



التطبيقات الهندسية

لشئون البيئة والصحة العامة

محمد أحمد السيد خليل مهندس استشاري

دار الكتب العلمية
للنشر والتوزيع
القاهرة

التطبيقات الهندسية
لشئون البيئة والصحة العامة

مهندس استشاري
محمد أحمد السيد خليل

الكتاب :	التطبيقات الهندسية لشئون البيئة والصحة العامة
المؤلف :	مهندس محمد أحمد خليل
الناشر :	دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - القاهرة
المقاس :	٢٤ X ١٧
عدد الصفحات :	٢٢٤
الطبعة :	الأولى
رقم الإيداع :	٢٠٠٩/٩٠٩٨
ردمك :	٩٧٨ ٩٧٧ ٢٨٧ ٨٩٩ ٢

© حقوق النشر والطبع والتوزيع محفوظة لدار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - ٢٠٠٩

لا يجوز نشر جزء من هذا الكتاب أو إعادة طبعه أو اختصاره بقصد الطباعة أو اختزان مادته العلمية أو نقله بأي طريقة سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو خلاف ذلك دون موافقة خطيه من الناشر مقدماً .

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

٥٠ شارع الشيخ ربحان - عابدين - القاهرة

٢٧٩٥٤٢٢٩ - ٢٧٩٤٨٦١٩ ☎

فاكس: ٢٧٩٢٨٩٨٠

لمزيد من المعلومات يرجى زيارة موقعنا على الإنترنت

www.sbhegypt.org

e-mail : sbh@link.net

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

التطبيقات الهندسية لشئون البيئة والصحة العامة

تقديم الكتاب:

في هذا الإصدار تم تناول العديد من التطبيقات الهندسية لشئون البيئة وذلك بهدف المحافظة على البيئة وحمايتها من الملوثات والذي ينعكس على صحة الإنسان وسلامته، وقد تم تناول تلك التطبيقات في ثمانية عشر فصلاً تم التركيز فيها على ملوثات الهواء بالإضافة إلى ملوثات الماء وكذلك التلوث السمعي ومقاومة الحشرات والقوارض.

وشملت هذه الدراسة عرض لمسببات التلوث وتأثيراته وطرق مقاومة تلك الملوثات والحد منها، والهدف منها هو توفير المادة العلمية للعاملين والمهتمين بشئون البيئة وكذلك القائمين على تقييم الأثر البيئي والحد من التلوث في المنزل أو المصنع.

والله الموفق

مهندس استشاري

محمد أحمد السيد خليل

التطبيقات الهندسية لشئون البيئة

مقدمة :

مصطلح البيئة يعنى به المنطقة، المجال المحيط أو الظروف التى يوجد فيها أى شئ وكل شئ خارج الكائن الحى الموجود فيه، وهو مشتق من الكلمة الفرنسية القديمة "environ" والتى تعنى الإحاطة أو التطويق. البيئى هو الشخص المنوط به العمل لحل المشاكل البيئية مثل تلوث الهواء والماء، الاستخدام الغير رشيد للموارد الطبيعية، التلوث السمعى، ..الخ.

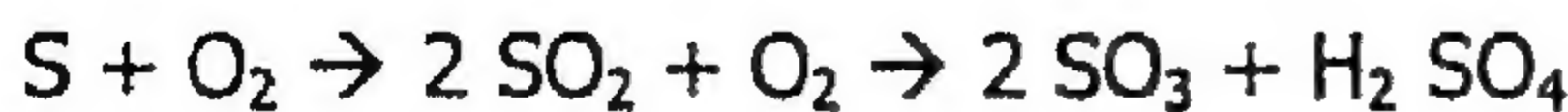
الهندسية البيئية هى الجمع بين البيئة والإنسان، والبيئة تتكون أساساً من ثلاث مكونات :

1. الغلاف الجوى (Atmosphere)
 2. المجال المائى (Hydrosphere)
 3. اليابسة الأرض أو الغطاء التربة (Lithosphere)
- بيئة الإنسان تشمل العوامل الآتية:

1. عوامل غير حية الأرض، الماء، الغلاف الجوى، الصوت، المذاق الرائحة (A biotic)
2. عوامل حية الكائنات الحيوانية، النباتات، البكتريا، الفيروسات (Biotic).
3. عوامل اجتماعية جمالية (Aesthetics).

يوجد ثلاث أهداف رئيسية للهندسية البيئة وهى :

1. حماية البيئة من التأثيرات الضارة الناتجة عن النشاط البشرى، مثل حرق واستهلاك الوقود المحتوى على الكربون، الهيدروجين، الكبريت. الكبريت كمثال الموجود في الوقود يتفاعل مع أكسجين الهواء الجوى ويتحول إلى ثانى أكسيد الكبريت ثم ثالث أكسيد الكبريت الذى يتفاعل مع بخار الماء فى الجو مكوناً حامض الكبريتيك.



عند سقوط الأمطار المحتوية على (H_2SO_4) حامض الكبريتيك فإنها تسمى الأمطار الحامضية، الكربون الموجود في الوقود يتحول إلى ثاني أكسيد الكربون (CO_2). عند تراكم غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو فإنه لا يسمح بتغير درجة الحرارة في الفضاء أسفله، هذه الظاهرة تعرف تأثير البيت الزجاجي أو الصوبة "Green House Effect"

2. حماية الإنسان من الآثار البيئية الضارة كتلوث المياه.

3. تحسين نوعية المجال البيئي وتحسين حياة الإنسان.

الفصل الأول

1

التصالح البيئي

Environmental Sanitation

التصحيح البيئي يعنى به حماية الصحة العامة ومنع تفشى الأمراض. التهوية، الإضاءة، التدفئة هي أشياء مطلوبة في التصحيح البيئي. الكل يعرف أن الهواء النقي مطلوب لكل إنسان. في حالة توقف الإمداد بالهواء النقي في أحد غرف المبنى، فإن ذلك يسبب الصداع، شعور بالإحباط، الرغبة في النوم، والشعور بالإرهاق، فقد الشهية وعدم القدرة على تركيز الانتباه، مثل هذه الحالات تحدث أحيانا في أماكن التجمعات العامة وفي دور الملاهي المزدحمة، لذلك فإنه يكون من الضروري توفير التهوية المناسبة في المبنى لمنع الهواء الراكد والأسن في أى مكان. كفاءة العمل تعتمد على درجة حرارة وضغط المجال الجوى. خلال فصل الصيف عندما تكون درجة الحرارة الخارجية أعلا من درجة حرارة الدم، فإن الحاجة إلى الطعام تقل وتنخفض كفاءة العمل للشخص، على الجانب الآخر خلال فصل الشتاء للمحافظة على استمرار دفىء الدم فإنه يلزم غذاء أكثر وإفراز البول يقل. كل هذا يزيد من الكفاءة الكلية، وهذا هو السبب في أن سكان البلاد الباردة أكثر نشاطاً وقدرة على العمل والإنتاج مقارنة بسكان البلاد الحارة.

صحة الإنسان تتوقف كذلك على الرطوبة في الغلاف الجوى. المناخ الرطب يساعد على نمو البكتريا الممرضة، لذلك، فإنه ليس حسنا من الناحية الصحية، بالمثل فإن الهواء شديد الجفاف ليس حسنا للصحة، محتوى الهواء من الرطوبة يجب أن يناسب الجلد لسعادة الحياة.

كل إنسان يعرف أن الضوء يعتبر ضرورى في كل مكان من أجل العمل. ضوء الشمس له العديد من الفوائد على صحة الإنسان. في البلاد ذات المناخ البارد تعود السكان على أخذ حمام شمسي لتحسين الصحة، كذلك فإن كفاءة العمل تعتمد على شدة الضوء، في الضوء الخافت يكون العمل صعب ويبدأ الصداع. بالمثل، الضوء الساطع جداً يؤثر على العين. الشؤون الطبية الحديثة توصي بتوفير الضوء الكافي في المباني لتحسين بيئة العمل والظروف الصحية للإنسان.

1- التهوية:

عملية إزالة الهواء المستخدم أو الهواء الراكد بالهواء الطازج تسمى تهوية المبنى. وهذه يمكن أن تتم بالطريقة الطبيعية أو الصناعية.

1- عمليات التهوية تحقق الآتى:

أ- إزالة الهواء المستخدم من المبنى.

ب- توفير الأكسجين لراحة الإنسان في المبنى.

ج- إزالة الرطوبة الزائدة.

د- تبريد جسم الإنسان وإزالة الحرارة الزائدة.

هـ- منع الاختناق في الأماكن المزدحمة العامة.

2- مكونات الهواء:

يتكون هواء الغلاف الجوى أساساً من النيتروجين والأكسجين، ولكن توجد بعض الملوثات المعينة في الهواء. مكونات الهواء هي كالاتى:

جدول (1/1) مكونات الهواء الجوى

النسبة بالحجم	المكونات
78.1	نيتروجين
20.9	أكسجين
0.4	ثانى أكسيد الكربون
0.96	أول أكسيد الكربون غاز المستنقعات مركبات الأمونيا مواد عالقة

البحر النقى أو الجبل يحتوى على الأكسجين 20.999% بالحجم بينما الأماكن المزدحمة تحتوى 20.65% بالحجم.

ثانى أكسيد الكربون يتم إنتاجه بالاحتراق، التخمر، زفير الكائنات الحية، كمية ثانى أكسيد الكربون تقل مع زيادة النباتات الخضراء، المطر، الرياح الشديدة. فى حالة زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون حتى 1.5% فإنه يسبب غثيان مثل دوار البحر، الضعف والصداع. فى حالة زيادته إلى 2.5% فإنه يسبب الانطفاء للشمعة، وجود نسبة 5% بالحجم من ثانى أكسيد الكربون يسبب حوادث مميتة.

بخلاف الملوثات الموجودة فى الهواء، فإن أول أكسيد الكربون هو الأشد سمية، وهو يتكون عند عدم كفاءة الاحتراق للكربون ومواقف الحديد الزهر تنتجه بكميات كبيرة.

3- الاحتراق والتنفس:

كمية الأكسجين تقل وتزداد نسبة ثاني أكسيد الكربون عند عمليات الاحتراق أو التنفس. عند حرق الفحم فإنه ينتج ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون وملوثات أخرى، كذلك فإنه في حالة التنفس فإن الشخص متوسط العمر يعطى 0.017 متر مكعب في الساعة من ثاني أكسيد الكربون كل متر مكعب من الغاز الذي يتم حرقه يعطى 0.017 متر مكعب من ثاني أكسيد الكربون. لذلك، فإن كلا من الاحتراق والتنفس يسببا باستمرار تلوث الهواء والذي يتم تجديده باستمرار بواسطة التهوية المناسبة.

4- كمية الهواء المطلوبة.

لقد قيل في البند السابق أن الشخص في متوسط العمر يعطى 0.17 متر مكعب من ثاني أكسيد الكربون في الساعة، في الحالات العادية يحتوى الهواء على 0.04% من ثاني أكسيد الكربون، إذا كانت نسبة النقاء القياسية 0.06% من ثاني أكسيد الكربون، فإن الشخص العادي سوف يضيف 0.02% من ثاني أكسيد الكربون في الساعة. الجدول الآتي يعطى كمية الهواء اللازمة لكل فرد في الساعة.

عند تصميم المباني، يجب توفير الهواء الكافي الطازج بما يحقق عدم وجود اختناق في المبنى، الجدول الآتي يبين المساحة الهوائية اللازمة لأغراض التصميم.

جدول (1/2)

نوع المبنى	كمية الهواء اللازمة لكل فرد في الساعة بالمتر المكعب
غرفة المعيشة	34
غرفة النوم	35.4
المدارس	25 - 34
صالة اللعب بالكورات	60 - 68
دور السينما	34 - 43
غرفة الاجتماعات والمحاضرات	34
والمستشفيات العادية	34
المستشفيات المعدية	60 - 68

5- الراحة بالتهوية:

كما تم توضيحه سابقاً حيث تعتمد كفاءة العمل على التهوية وتجديد الهواء، الضوء، درجة حرارة الجو المناسبة والرطوبة المناسبة لا توجد قاعدة محددة لتعريف الراحة. الآن يمكن زيادة الكفاءة بتكييف الهواء، حيث تم التوصية أنه لأفضل تكييف الهواء يجب توفير درجات حرارة البصيلة الجافة والبصيلة الرطبة (Dry Bulb and Wet Bulb) الآتية:

جدول (1/3) درجة حرارة البصيلة الجافة والبصيلة الرطبة لمنطقة الراحة عند أفضل الظروف:

الصيف				الشتاء			
درجة حرارة البصيلة الجافة		درجة حرارة البصيلة الرطبة		درجة حرارة البصيلة الجافة		درجة حرارة البصيلة الرطبة	
درجة فهرنهايت	°م	درجة فهرنهايت	°م	درجة فهرنهايت	°م	درجة فهرنهايت	°م
74	23.3	76	19.4	70.5	21.4	64.2	17.8
75	23.9	65	18.4	71	21	63.1	17.3
76	24.4	63.7	17.6	72	22.2	61.5	16.4
77	25	62.2	16.8	74	22.8	59.5	15.3
78	26.6	60.8	16	73	23.3	58	14.4
79	26.1	59.4	15.2	74.2	23.6	56.1	13.4

6- نظم التهوية:

نظم التهوية يمكن تقسيمها إلى الآتى:

- نظم طبيعية.
- نظم صناعية.
- نظم الامتلاء (Plenum System)
- نظم التفريغ (Vacuum System)
- نظم تكييف الهواء (Air Conditioning)

نظام التهوية الجيد يجب أن يتصف بالآتى:

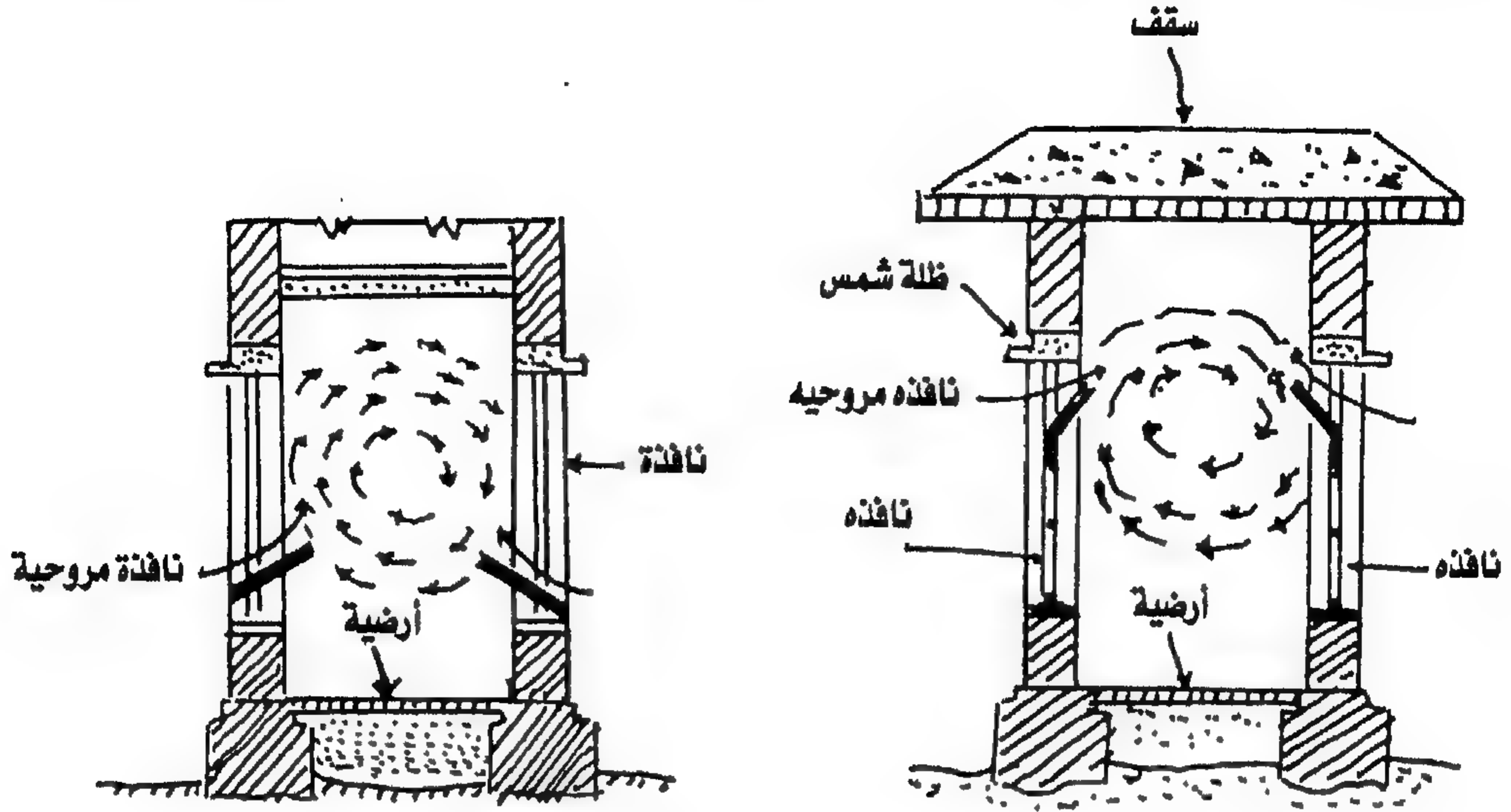
- إمكانية التحكم في دخول وخروج الهواء من الحجرات.

- تجديد الهواء لكل ركن من الحجرة وعدم وجود جيوب راكدة متروكة.
- يسمح فقط بدخول الهواء الخالي من الأوساخ والرطوبة العالية.
- تجنب السحب حديث أقصى سرعة يجب أن لا تزيد عن 16 متر في الدقيقة.
- سحب الكمية الكافية من الهواء الجديد الضرورية لمنع الهواء الراكد.
- يسمح بالتحكم في درجة حرارة الغرفة والتي يجب أن لا تزيد أو تقل عن المطلوب للعمل المريح والحياة المريحة.

النظام الطبيعي: (NATURAL SYSTEM)

بالنسبة للمباني العادية يستخدم النظام الطبيعي للتهوية عادة، في هذه الطريقة تستخدم القوى الطبيعية لإزالة الهواء الراكد والسماح بالهواء الجديد في المبنى خلال مداخل التهوية والخروج على التوالي.

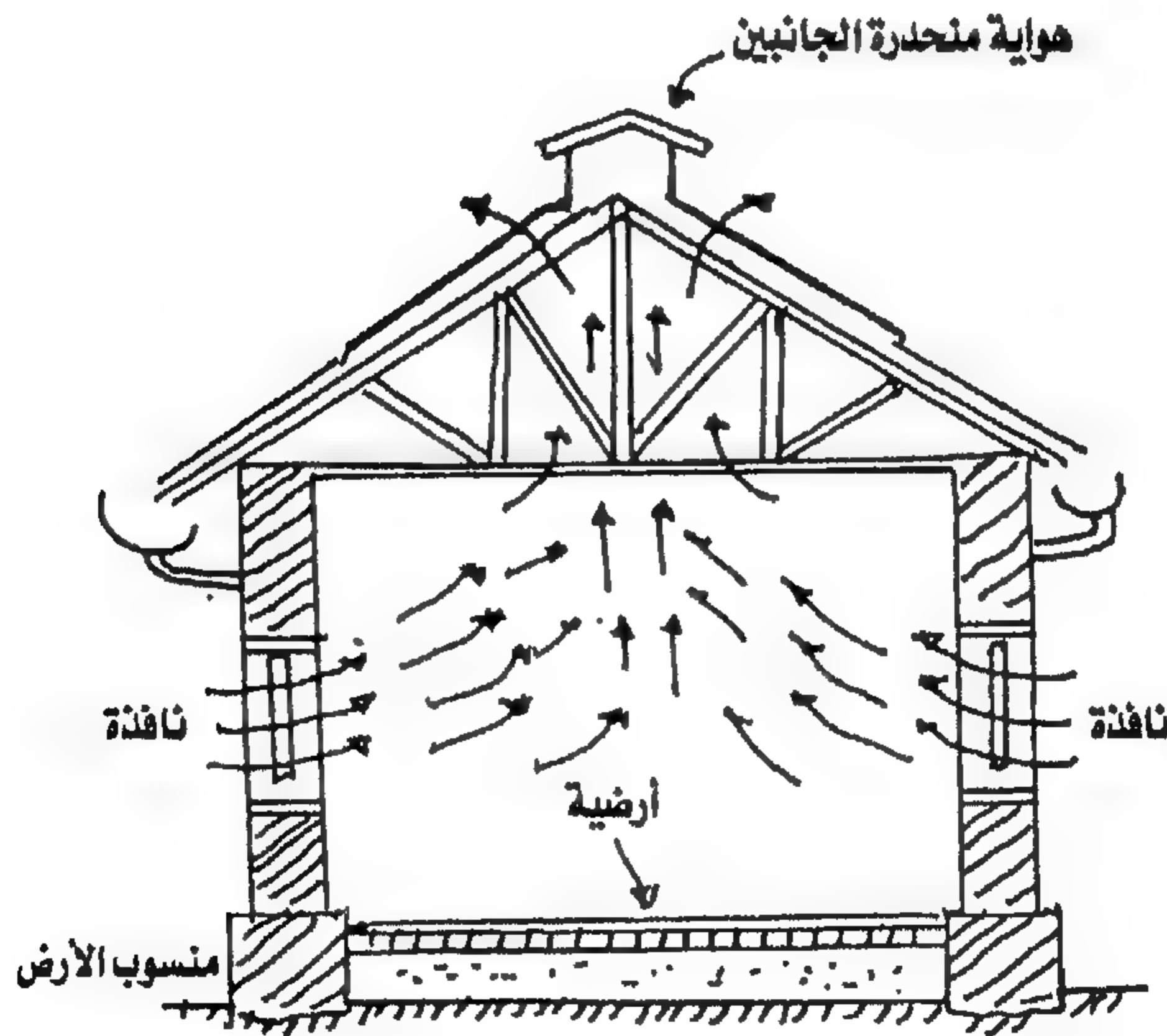
عند تسخين الهواء، فإنه يتمدد ويرتفع، لذلك فإن الهواء الذي يخرج من الجسم يبدأ في الارتفاع إلى أعلا ويتجمع أسفل سقف الحجرات هنا يمكن سحبه بواسطة الهوايات ذات مخارج التهوية المصممة جيداً. الهواء الجديد يدخل المبنى خلال الأبواب، النوافذ أو مداخل التهوية المصممة جيداً. كفاءة التهوية الطبيعية تتوقف على سرعة الريح والاختلاف في الجاذبية النوعية في الهواء داخل وخارج المسكن، نظراً لأن الهواء الجديد البارد له جاذبية نوعية أقل من الهواء الدافئ الراكد، لذلك، فإنه يتم سحبه إلى داخل الغرفة أسفل السقف، ارتفاع قاع النافذة يجب أن يكون مرتفعاً عن مستوى الأرض بحيث لا يتم تعرض النائم لتيار الهواء، في البلاد المدارية يتم توفير النوافذ في اتجاه الريح وكذلك على جانب صرف الريح. تلك النوافذ تسمح بالهواء فقط عندما تكون مفتوحة، لذلك في بعض الأماكن الأفضل توفير نوافذ مروحية (Fanlights) فوق أو أسفل النافذة، كما هو موضح في الشكل (1/1) وضع وميل النافذة المروحية يجب أن يكون بها بما لا يمكن كل الهواء الجديد من طرد كل الهواء القديم من الغرفة كما هو موضح في الشكل (1/2)



شكل (2/1) التهوية خلال نوافذ مروحية مثبتة أسفل النوافذ

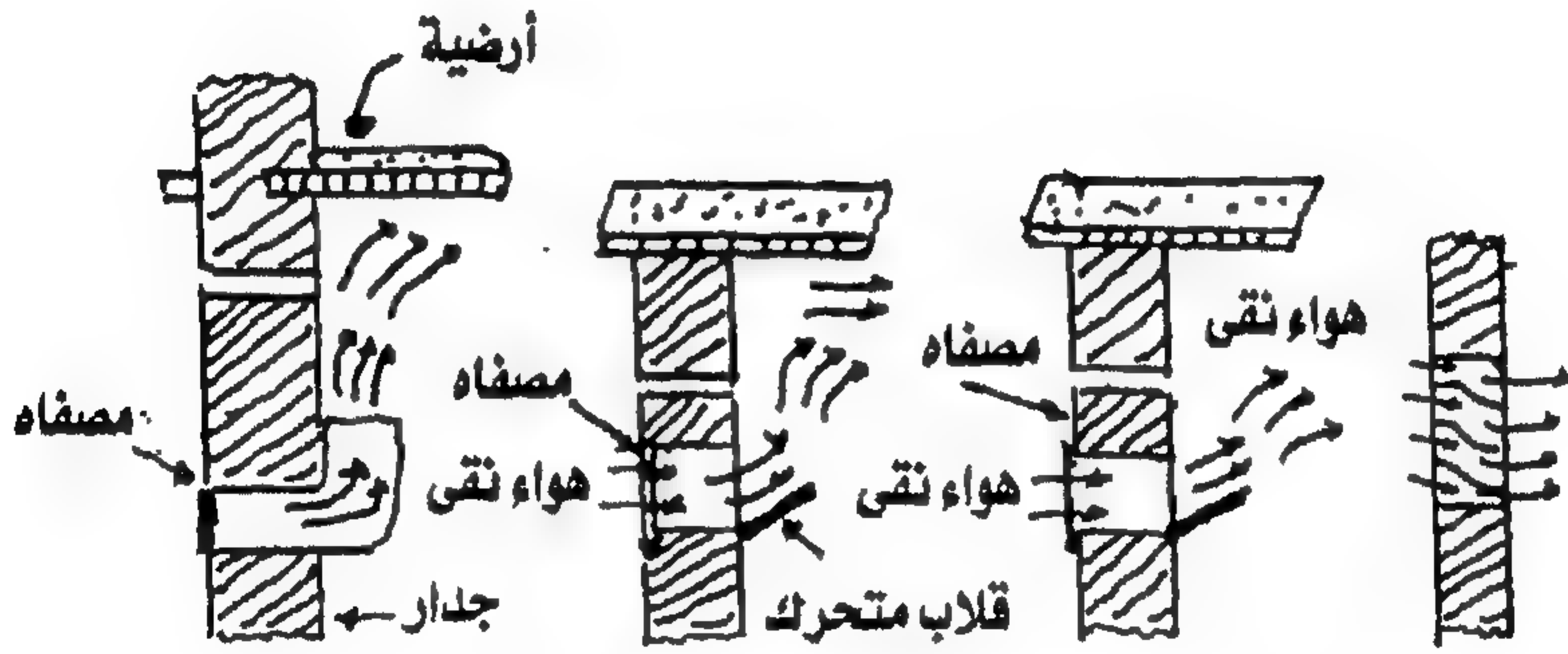
شكل (1/1) التهوية خلال نافذة مروحية مثبتة فوق النافذة

في حالة الأسقف المائلة يتم توفير هوائيات تلاقى السطحين (Ridge) كما هو موضح في الشكل (1/3).

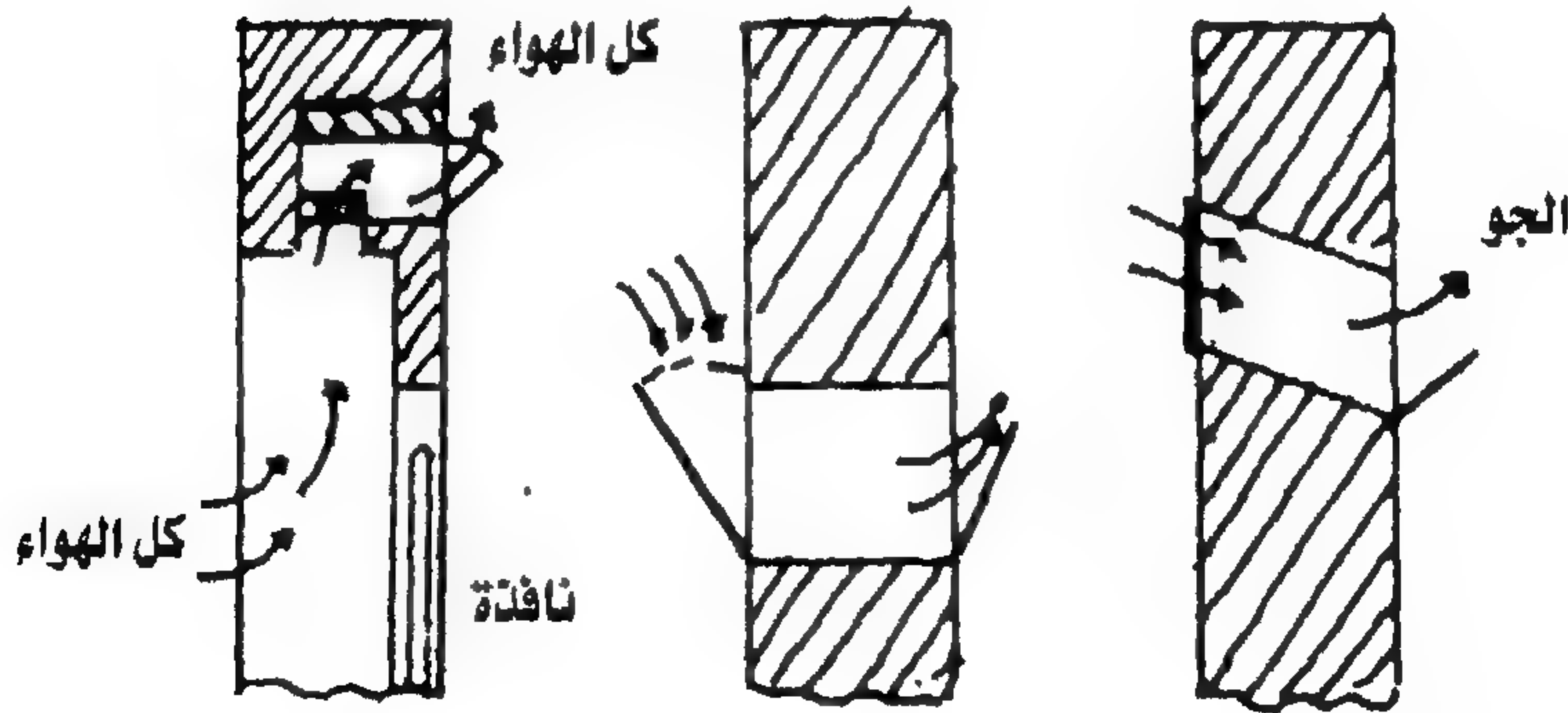


شكل (1/3) هواية منحدر الجانبين

في حالة البلاد ذات البرودة الشديدة، ليس من الممكن فتح الأبواب والنوافذ لأغراض التهوية الطبيعية. في مثل هذه الأماكن يتم توفير مداخل تهوية شكل (1/4) ومخارج التهوية (شكل 1/5) بالتصميم الجيد. هذه المداخل يتم وضعها عند الأماكن المناسبة حوالي 2 متر فوق مستوى الأرض على جانب المدفأة، كذلك فإن المداخل تكون منظمة بما يمكن من سحب الهواء الجديد النقي من الجو والكائنات الأخرى لا يتم جمعها فيهم، كما يجب أن تكون ذاتية النظافة. مكان مخرج التهوية يتوقف على وضع مدخل التهوية، في البلاد الباردة يكون مكان المدفأة هو المخرج الطبيعي. في أماكن قليلة، تستخدم مواسير عادم التهوية كمخارج. تلك المواسير تكون مناسبة كذلك لتهوية البدرومات والحجرات الصغيرة الأخرى في المبنى، المخارج يتم حصولها على القوة المحركة بالحرارة أو العادم، وإلا فإنها تعمل كمداخل للتهوية وتقوم بسحب الهواء البارد من الجو.



شكل (1/4) أنواع مختلفة من مداخل التهوية



شكل (1/5) مختلف أنواع مخارج التهوية

نظام الامتلاء (Plenum System)

هذا النظام يستخدم غالباً في البلاد الباردة ويشمل وحدة التهوية الكاملة والتدفئة، ويشمل :

- مرشح لغسيل الهواء.
- سخان يتم تسخينه بالماء الساخن، الكهرباء، البخار أو الغاز.
- مروحة طرد مركزي لدفع الهواء الساخن.
- نظام لمواسير التوزيع لتوصيل كل غرفة بالمبنى.

عند بدء مروحة الطرد المركزي، فإنها تسحب الهواء خلال مداخل الهواء، الذي يتم ترشيحه أولاً ثم تسخينه إلى درجة الحرارة المطلوبة. المروحة تدفع الهواء الساخن خلال المواسير (Ducts)، والذي يصل إلى كل غرفة خلال فتحات في المواسير موجودة في السقف، عند دخول الهواء إلى الغرفة، فإنه يزيد من الضغط الداخلي، ولهذا فإن الهواء الراكذ يتم دفعه إلى الخارج خلال فتحات الخروج.

هذا النظام يستخدم خلال إنشاء الإنفاق لتهويتها.

نظام التفريغ : (VACUUM SYSTEM)

هذا النظام يستخدم غالباً في دور السينما، قاعات الاجتماعات، الفنادق، والمباني العامة الأخرى، في هذا النظام يتم سحب الهواء بقوة من الغرف أو القاعات بواسطة مراوح سحب العادم، طلبات العادم ووسائل مناسبة أخرى والذي بسببها يتم إيجاد تفريغ جزئي في القاعات.

عند إيجاد الضغط الجزئي بطرد الهواء الراكذ، فإن الهواء الجديد يبدأ في الدخول خلال الأبواب، النوافذ ومداخل التهوية الأخرى، هذا نظام جيد ورخيص للبلاد المدارية في الظروف المناسبة.

نظام الاتزان : (BALANCE SYSTEM)

نظام الاتزان هو جمع لكل من نظام الامتلاء ونظام التفريغ، في هذا النظام يتم تثبيت الطلبات أو مراوح الطرد المركزي في السطح السفلي الذي يمد الهواء الجديد الطازج باستمرار، بينما الهواء الراكذ يتم دفعه باستمرار إلى الخارج بواسطة مراوح العادم، هذا النظام كفؤ جداً ولكنه مكلف جداً.

تكييف الهواء : (AIR CONDITIONING)

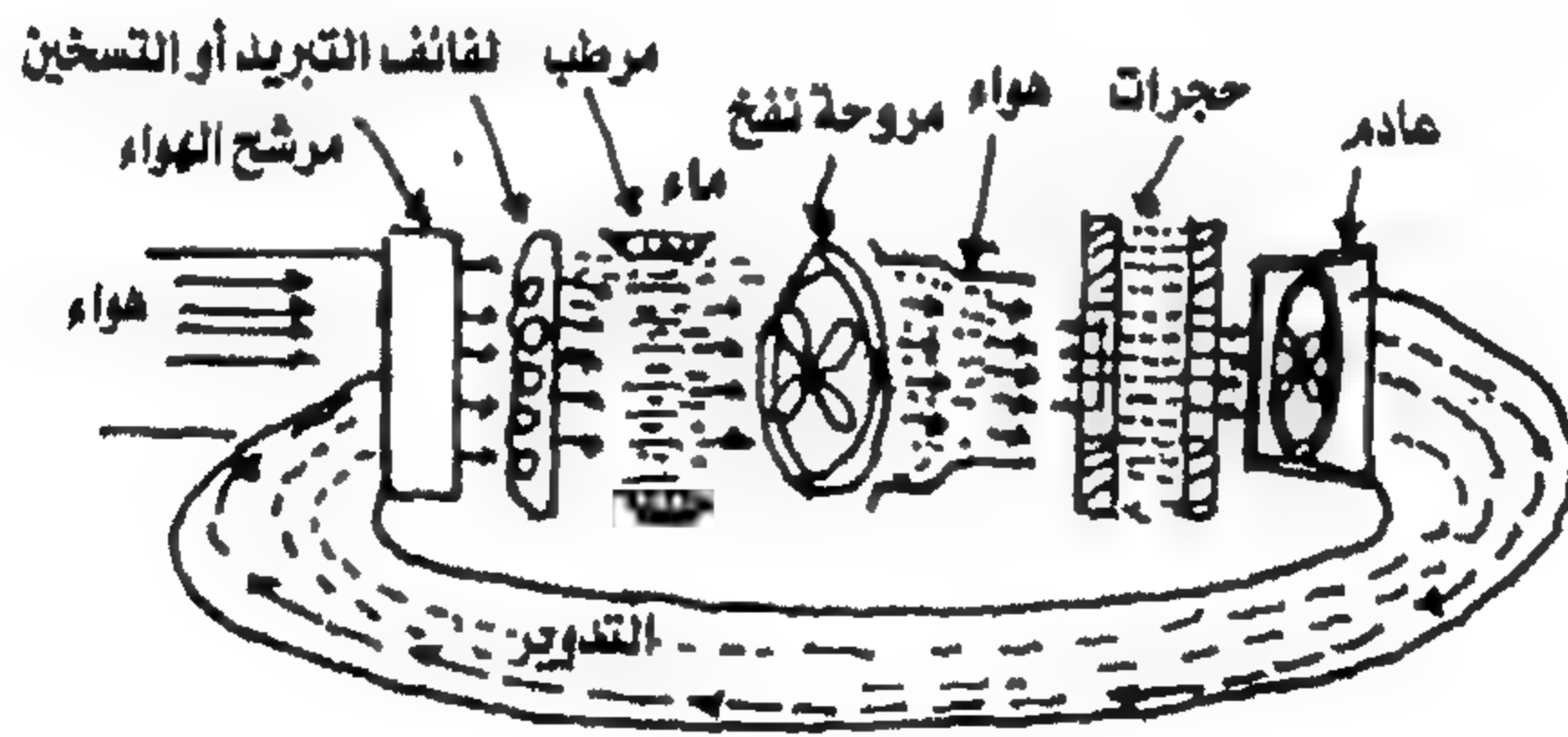
الجو في المدن الحديثة يحتوى أوساخ، دخان، بالإضافة إلى أصوات بسبب المرور، الصناعات وأماكن الأنشطة الأخرى، في مثل هذا الجو يكون من الضروري الحصول على الراحة، لذلك فإن كل تلك المشاكل تم حلها بتكييف الهواء حيث كل الأبواب والنوافذ وفتحات التهوية تكون مغلقة.

تكييف الهواء يمكن تعريفه بأنه عملية التحكم في درجة الحرارة، الرطوبة، توزيع الهواء وفي نفس الوقت إزالة الأتربة والأوساخ والبكتريا من الهواء بمعنى آخر، فإن تكييف الهواء هو طريقة توفير الجو المريح والصحي لزيادة الكفاءة.

عملية تكييف الهواء هي تطوير لنظام الامتلاء، دورته الكاملة تشمل المراحل التالية:

- إزالة الأوساخ والأشياء الأخرى الغير مرغوبة بمرور الهواء خلال مرشح نظافة الهواء أو الغسيل.
- تبريد أو تسخين الهواء بواسطة لفات مواسير (Coils) التبريد أو لفات مواسير التدفئة على التوالي.
- ضبط رطوبة الهواء بإضافة الرطوبة في الصيف وإزالة الرطوبة في الشتاء أو المواسم الممطرة بتمرير الهواء خلال جهاز ضبط رطوبة الهواء (Humidifier).
- دفع الهواء المكيف خلال مواسير بمراوح أو طلمبات وتوزيعه في الحجرات.

الشكل (1/6) يوضح مخطط عملية تكييف الهواء



شكل (1/6) عملية تكييف الهواء

لغسيل أو نظافة الهواء، تستخدم مرشحات من النوع الجاف أو اللزج. المرشحات الجافة هي العادية التي تصنع من الورق أو النسيج أو اللباد. بعد الاستخدام لمدة طويلة وعند انسداد هذه المرشحات، فإنه يتم نظافتها بطريقة التفريغ أو التخلص منها

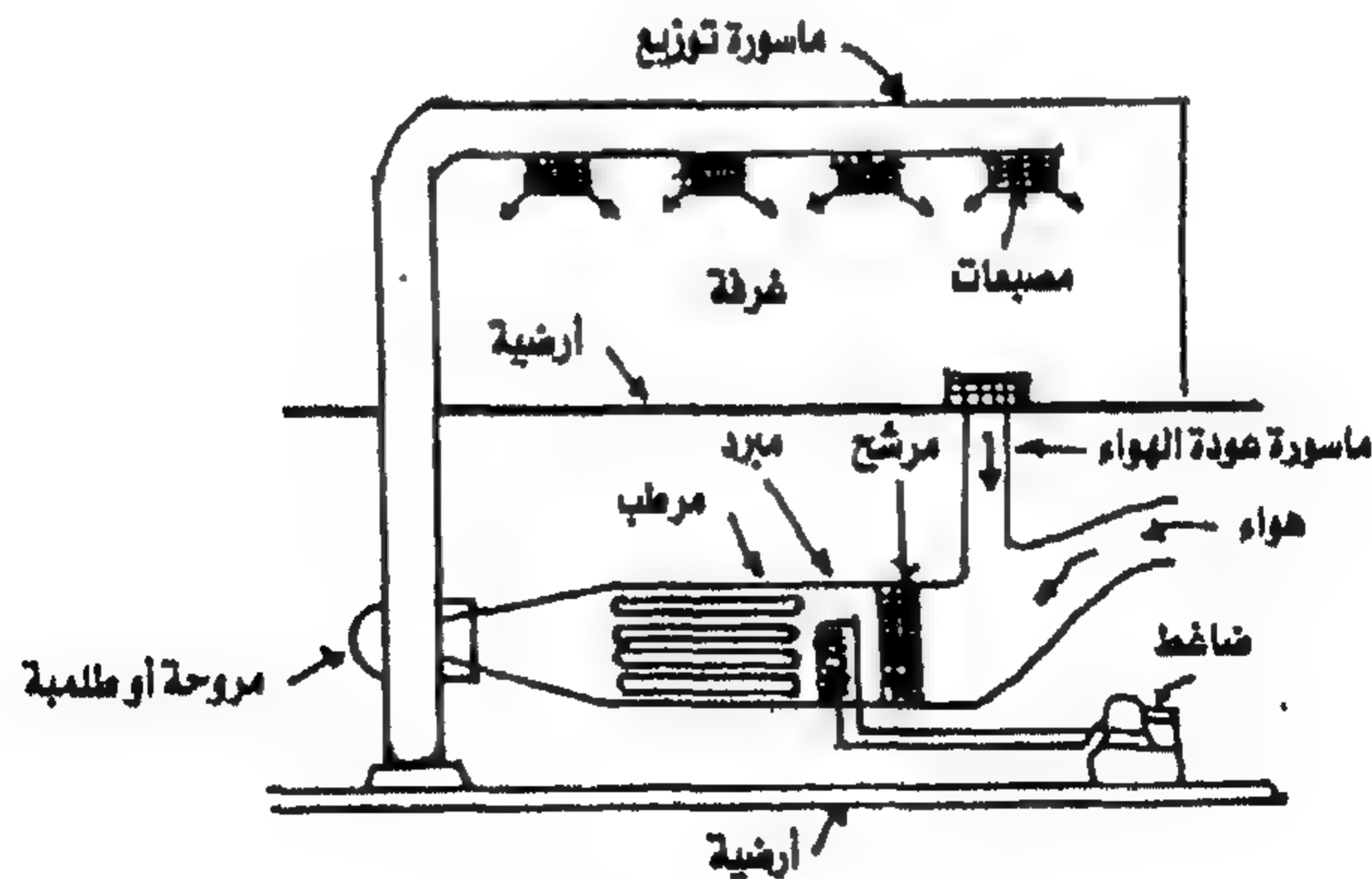
واستخدام مرشحات جديدة. فى المرشحات من النوع اللزج يتم مرور الهواء خلال مادة ذات حبيبات سميكة مغطاة بزيوت لزجة التى تمتص الأوساخ من الهواء. فى أجهزة تكييف الهواء الحديثة تستخدم المرسبات الكهربائية لتنظافة الهواء.

تبريد الهواء يتم بتمرير الهواء فوق سطح بارد للفائف معدنية، التى يتم تبريدها بتمرير مبرد متطاير خلالها، تلك الفائف يتم تبريدها بأجهزة التبريد.

تسخين الهواء يتم بتمرير الهواء خلال فرن أو لفائف من المواسير (Coils) يتم تسخينها بتمرير الماء الساخن أو البخار خلالها، الآن يتم تسخين لفائف المواسير بالكهرباء وعناصر التسخين يتم وجودها داخل لفائف المواسير.

الرطوبة المطلوبة فى الهواء تتم بمروره خلال جهاز ضبط الرطوبة (Humidifier) إذا كانت رطوبة الهواء منخفضة كما فى فصل الصيف فيتم تمريره خلال رشاش الماء، عند مروره، يمتص الرطوبة المطلوبة من الماء، فى بعض الحالات يمكن خلط البخار فى الهواء قبل المرور خلال المرشح بطريقة محكمة، فى معدات تكييف الهواء يتم بترزيز الماء بواسطة الهواء المضغوط، إذا كانت الرطوبة فى الهواء زائدة، فإنه يتم خفضها بالتكثيف والتى تتم بطريقة الامتصاص أو الإدمصاص.

تدوير الهواء المكيف يتم بدفعه خلال مواسير بواسطة طلمبات أو مراوح. فى حالة الوحدات الصغيرة، المواسير لا يتم توفيرها ويتم تثبيت جهاز التكييف على حائط الحجرة مباشرة. ولكن فى حالة الصالات الكبيرة، دور السينما، الفنادق، يتم توفير جهاز تكييف مركز واحد فى غرفة واحدة والمواسير إلى مختلف الغرف ومختلف النقاط فى الحجرة، والتى توزع الهواء المكيف، الشكل (1/7) يوضح نظام تكييف الهواء المركزى.



شكل (1/7) النظام المركزى لتكييف الهواء

إعادة التدوير (RECIRCULATION)

إعادة التدوير هو طريقة تمرير الهواء المكيف بعد الاستخدام ثانياً خلال جهاز تكييف الهواء. بعد تشغيل مكيفات الهواء أحياناً تصبح درجة حرارة الغرفة منخفضة عن درجة حرارة الجو خلال الصيف وأعلى في الشتاء. لذلك يكون مفيداً من الناحية الاقتصادية تشغيل مكيف الهواء إذا تم تدوير هواء الغرفة ثانياً. هذه العملية تعرف بإعادة التدوير. كمية الهواء اللازم إعادة تدويرها تتوقف على عوامل كثيرة. هذا الهواء الذي تم إعادة تدوير يتم خلطه مع هواء جديد كما سبق توضيحه في الشكل (1/6).

إذا كان الفرق بين درجة حرارة الغرفة ودرجة حرارة الجو يزيد عن 8°م، فإنه يسبب صدمة درجة حرارة للشخص الذي يدخل أو يخرج من الغرفة والتي ذات التأثير على الصحة العامة، لذلك، لتجنب هذه المشكلة، فإن الفرق في درجة الحرارة يجب المحافظة عليه بعدم الزيادة مع توفير الطرقات بدرجة حرارة متوسطة بين الغرفة والجو.

2. الإضاءة (LIGHTING)

كل إنسان يعرف أهمية الإضاءة الإضاءة مهمة للحياة مثل الهواء بدون الإضاءة لا يمكن الاستمرار في الحياة، إذا حجبت الإضاءة عن نبات فإنه لا ينمو الضوء يلعب دوراً هاماً في نمو الإنسان والكائنات الحية الأخرى، يمكن تقسيم الإضاءة إلى الآتي:

- * ضوء الشمس أو الضوء الطبيعي.
- * الضوء الطبيعي المساعد أو ضوء الشمس المنعكس.
- * الضوء الصناعي.

أ- الضوء الطبيعي (Natural Light)

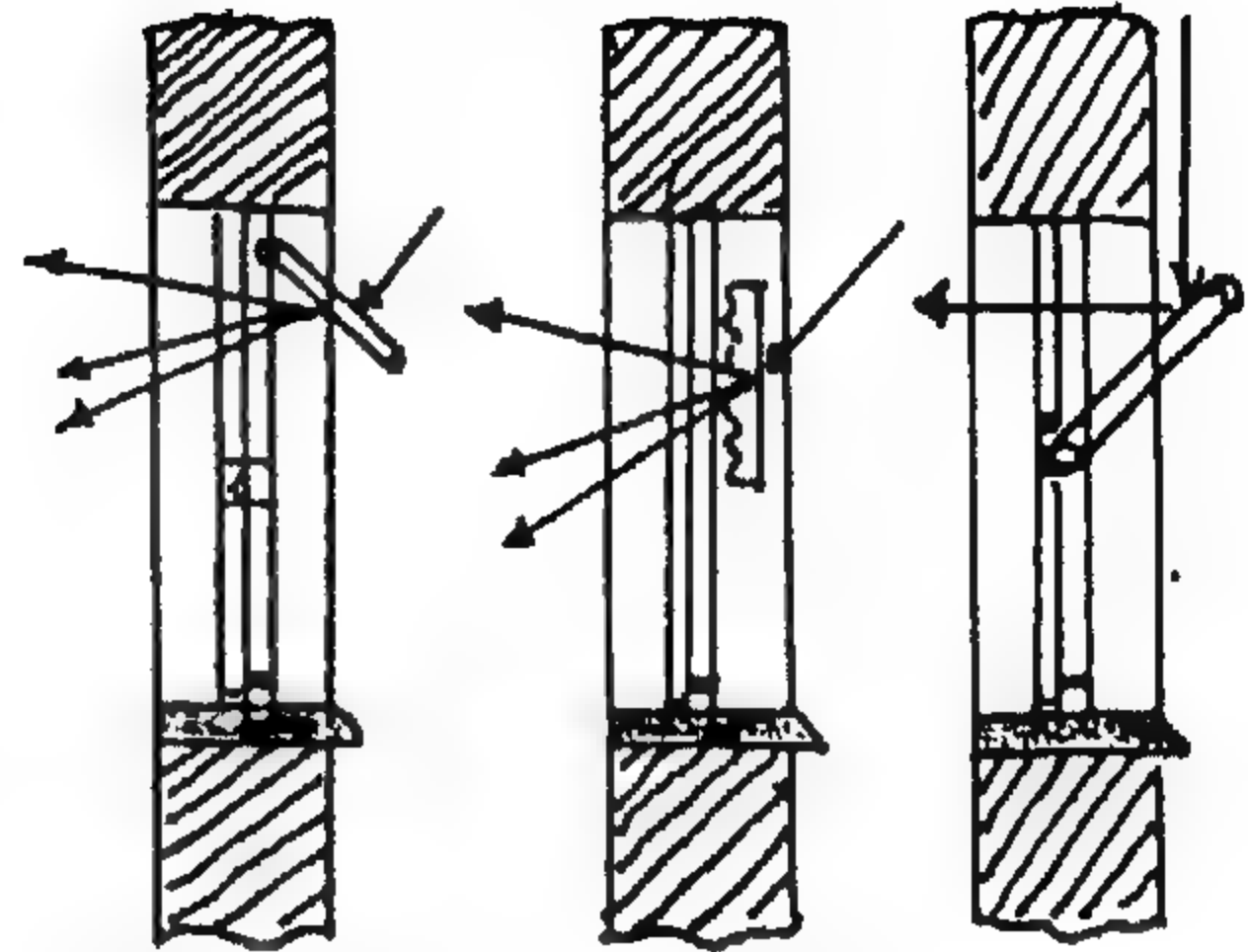
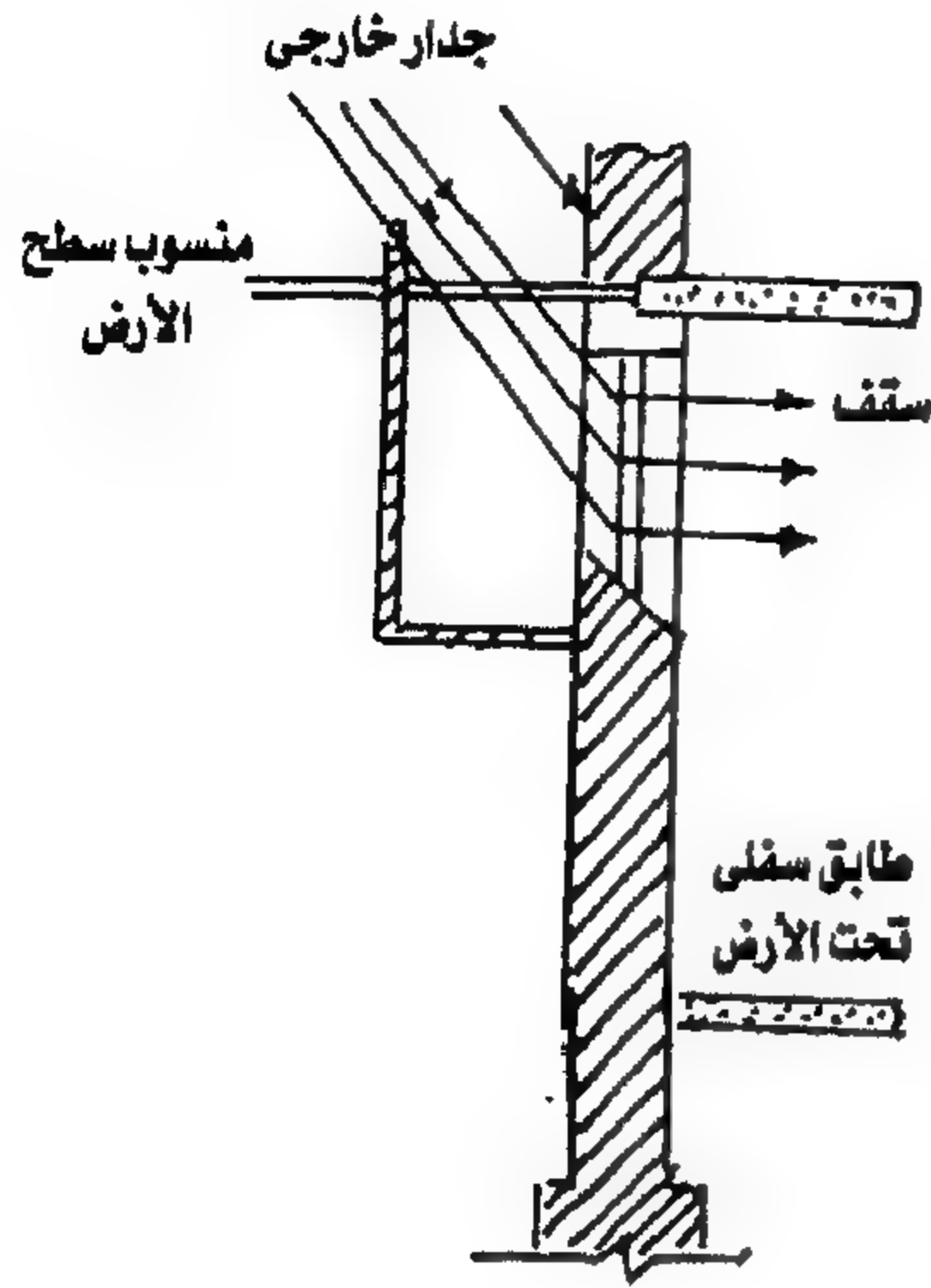
ضوء الشمس يتكون من سبعة ألوان، التي يمكن فصلها بالمرور خلال منشور زجاجي، إذا تم فصل الضوء، فإن حزمة الضوء سيكون لها الأزرق، الأحمر، الأصفر، الأخضر، البنفسجي والبرتقالي. الأشعة فوق البنفسجية الموجودة في ضوء الشمس ذات كفاءة تطهير عالية وقادرة على قتل البكتيريا الممرضة، هذه الأشعة تنقي كذلك الدم، تحسن الصحة وتزيد من قوة مقاومة الأمراض، وهذا هو السبب في أن الناس في البلاد الباردة تحاول أخذ حمام شمس. لذلك فإنه خلال إنشاء مباني جديدة، يجب الحرص نحو حصول كل غرفة على الضوء الطبيعي، مباشرة في أي وقت خلال اليوم مكان الأبواب والنوافذ يجب تمكين دخول الشمس الكافي إلى المبنى. في

الغرف الطويلة والضيقة من المفضل توفير النوافذ في الحوائط الأخيرة، المساحة الكلية للأبواب والنوافذ يجب أن لا تقل عن عشر مساحة أرضية الغرفة ويفضل أن تكون سبع (1/7) مساحة الأرضية المكان والمساحة المطلوبة للأبواب والنوافذ يتوقف كذلك على مناخ الدولة، في المناطق الدافئة يلزم عدد أقل مقارنة بالبلاد الباردة.

عند وضع النوافذ في المؤسسات أو المباني المكتبية يجب الحرص نحو دخول الضوء بما لا يسبب وهج أو إعاقة في العمل العادي، هذا ضروري لأنه في حالة دخول الضوء من الخلف فإن ظل الإنسان سوف يكون في الإمام، إذا كان الضوء يأتي من الجانب الأيمن فإن ظل الإنسان سوف يقع على منضدة الكتابة، إذا كان الضوء قدماً من الإمام فإنه سوف يسبب الوهج ويعيق العامل ويزيد من إجهاد العين، كذلك فإن كثافة الضوء يجب أن تكون مريحة للشخص خلال عمله أي يجب أن لا تكون شديدة البريق أو شديدة العتامة.

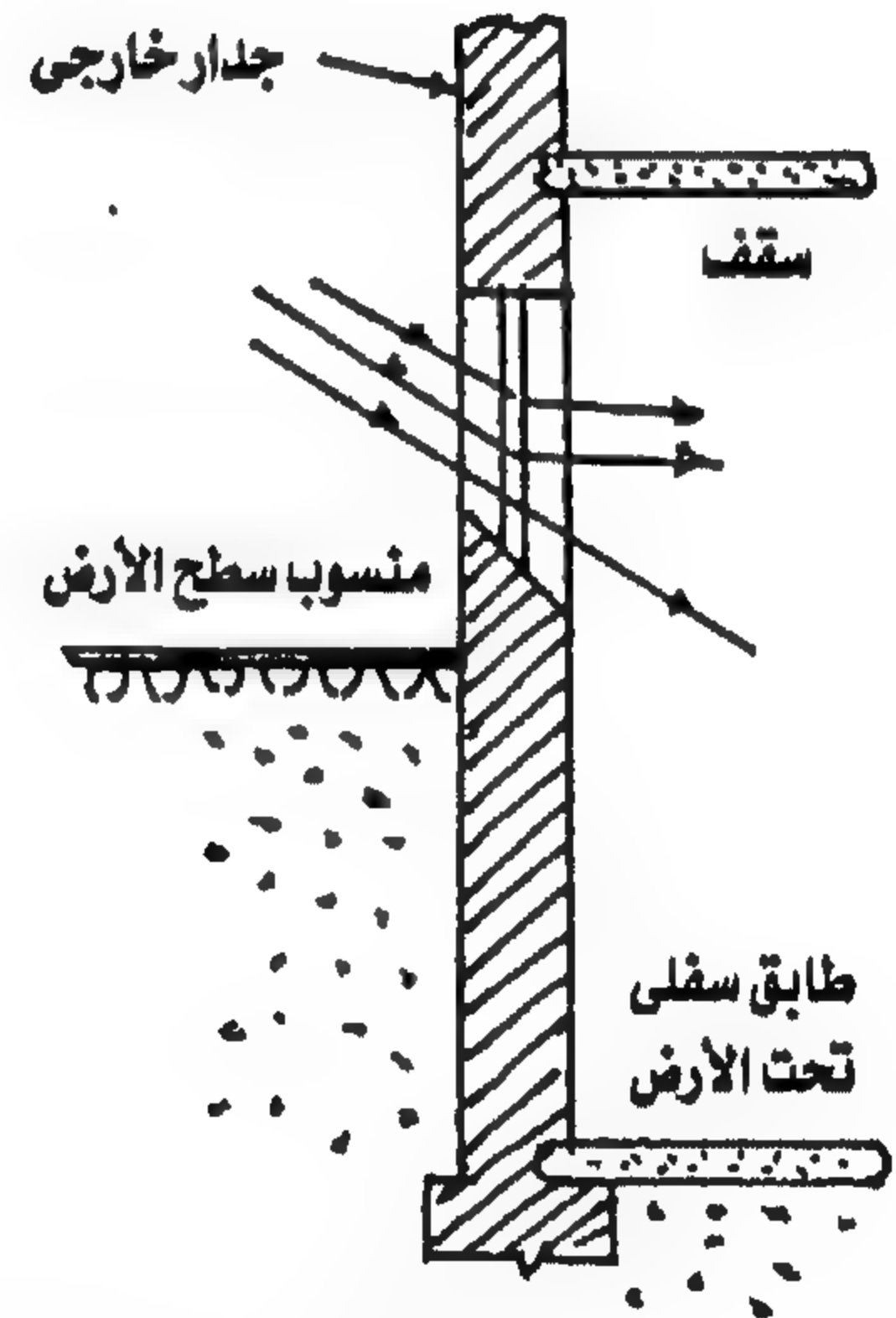
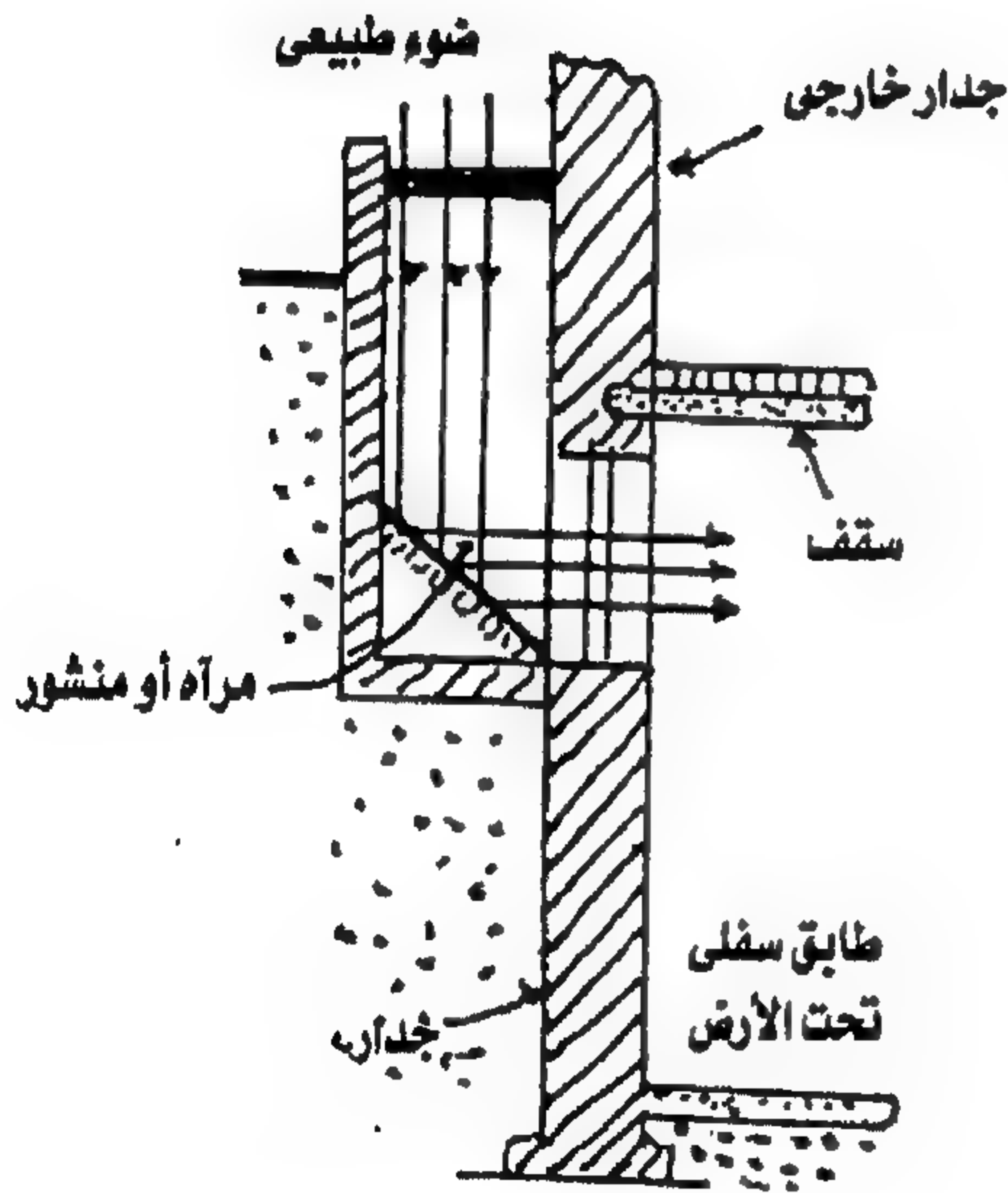
ضوء الشمس المعكوس: (REFLECTED SUNLIGHT)

عملياً، ليس من الممكن إنشاء مبنى بالطريقة التي يمكن من توفير الضوء الطبيعي مباشرة لكل غرفة، بسبب المباني المجاورة المرتفعة، كذلك في البدرومات والغرف الداخلية الأخرى، يجب عمل بعض الترتيبات للحصول على الضوء الطبيعي إما مباشرة، أو على الأقل بشكل غير مباشر أو بعكسه. ضوء الشمس المعكوس أو المنتشر يمكن الحصول عليه بطرق مختلفة. إذا كانت حوائط الغرف الخارجية ذات الطلاء الأبيض أو بألوان خفيفة، فإن تلك الحوائط سوف تعكس الضوء في الغرف الداخلية، في حالة المباني متعددة الطوابق المتلاصقة جنباً إلى جنب فإن الضوء المساعد يمكن الحصول عليه في الأدوار السفلى بالتصميم الجيد للنوافذ التي تعكسه. في الدول الأجنبية تستخدم منشورات الإضاءة (Luxfer Prisms) في المبنى للحصول على ضوء منعكس الشكل (1/8) يبين بعض من هذه الطرق في حالة البدروم وللحصول على الضوء الطبيعي المعكوس توجد طرق مختلفة، بعضها موضح في الشكل رقم (1/9)



أ- عندما يكون سقف البدروم على مستوى سطح الأرض تقريباً

شكل رقم (1/8) طرق الحصول على ضوء معكوس



ب- عندما يكون سقف البدروم أعلا من منسوب سطح الأرض

ج- عندما يكون سقف البدروم أسفل منسوب سطح الأرض

شكل رقم (1/9) طرق الإنارة الطبيعية

ب- الإضاءة الصناعية:

فى المبانى الضخمة لىس من الممكن الحصول على كثافة الضوء اللازمة عند كل نقطة. بالمثل خلال الليل، الجو المملوء بالسحب والغرف المغلقة، فإنه يلزم الإضاءة الصناعية فى الماضى كانت تستخدم الشموع ومصابيح الإضاءة، ولكن فى هذه الأيام يستخدم الضوء الكهربى فى كل مكان.

الفصل الثاني

2

مقاومة الحشرات والقوارض

حدة الصوت، تصحاح الغذاء

Insect and Noise and Food Sanitation

1. مقاومة الحشرات والقوارض:

الحشرات هي كائنات حية مجزأة لا فقريات، الأنواع الناقلة للأمراض هي المفصليات (Arthropods) أو لا فقريات أخرى التي تنقل العدوى بالتلقيح في أو خلال الغشاء المخاطي للجلد بالعض أو ترسيب مادة معدية على الطعام أو الجلد أو أهداف أخرى، البعوض والذباب هما من أكبر الكائنات الحاملة للأمراض.

ذبابة المنزل هي الأكثر انتشاراً وهي حشرة لا تعيش حول عيشة الإنسان خلال أشهر الصيف الحارة من العام، بينما أنواع الذباب الأخرى تنتشر المرض بالحقن خلال العض، الذباب المنزلي ينشر المرض ميكانيكياً، مشاكل الذباب المنزلي كمصدر خطيرة على الصحة يمكن خفضه، وذلك في حالة التخلص من الفضلات الآدمية بانتظام وطرده الذباب من غرفة المرضى ومنعه من الالتصاق مع المخلفات المعدية.

الذبابة المنزلية كحامل للمرض:

الأنثى تضع 250 بيضة في 25 يوم في أي مادة متخمرة، متعفنة، أو رطبة خلال 4-12 يوم بعد كامل نموها، طبيعة مخلفات الحيوانات والطيور والقمامة وحماة الصرف الصحي والمخلفات الآدمية والخضروات التي تحللت والفاكهة.. الخ كل هذا يعمل كمكان جيد لتكاثر الذباب في المناخ الحار، اليرقات تفرخ في 10-24 ساعة من البيض، وتصبح عذراء في 4-10 يوم ثم حشرة يافعة في 3-8 يوم. الذباب يظل عادة خلال 300-1000 متر قريباً من أماكن التكاثر، ولكن الرياح يمكن أن تحمله حتى 20-25 كيلومتر. جسد الحشرة كثيف الشعر والقدم اللزج يمكن أن يحمل حتى 600000 كائن حي صغير. الذبابة المنزلية يمكنها حمل البكتيريا الممرضة في جهاز هضمها لمدة تصل إلى 4 أسابيع ويمكن أن ينقل إلى الجيل التالي. عند غذائها على المواد القذرة فإن الذبابة تغطي جسمها وأجنحتها وقدمها بالجرائيم. نظراً لأنه من الضروري للذباب تحويل الغذاء الصلب إلى الشكل السائل. فإنه يفعل ذلك بصب وتقيؤ بعض من السائل الذي سبق ابتلاعه حتى أن المادة الصلبة نسبياً تلين بما يمكن من ابتلاعها.

ولكن نظراً لأن كل السائل الذي تم إخراج كقي لا يتم استعادته ثانياً، فإن الذبابة تترك بعض من القي بالإضافة إلى البكتيريا من القدم والإفراز من قناتها الهضمية على الأسطح التي تجلس عليها خلال الطيران من مكان إلى آخر. الذبابة المنزلية تعمل كحامل للبكتيريا الممرضة مثل الباريتيفويد، حمى التيفويد، الدوسنتاريا، الكوليرا، الأمراض المعدية، الإسهال، الالتهاب الرئوي، شلل الأطفال.. الخ.

السيطرة على الذباب: (FLY CONTROL)

المحافظة على كل أماكن الإعاشة في حالة صحية جيدة هو أول ما يساعد على التحكم في الذباب. أماكن التكاثر للذباب يجب أن يتم التخلص منها بالنظافة، والعناية الجيدة بمكان الإعاشة واستخدام إجراءات التحكم الصحية..الخ تخزين القمامة والمخلفات الصلبة يجب أن يتم في أوعية صحية مغطاة وتكون قابلة للغسيل من أن إلى آخر كل شيء يجب المحافظة عليه في ظروف صحية، يتم صرف المياه المستخدمة ومياه الصرف في نظام الصرف الصحي، كل المخلفات، الحماة، الماء الراكد يتم رشه بالكبروسين أو السولار في أماكن التكاثر، يمكن رش DDT، محلول كلوردين..الخ حول أكوام القمامة، حظائر الماشية والدواجن، الخ لمنع مضايقات الذباب. لمنع دخول الذباب المنزل فإنه يتم تجهيز المنزل بشبك سلك للأبواب المزود بزنبرك للقفل الآلى للباب.

البعوضة كحامل للمرض:

تعتبر الملاريا من أهم أمراض البعوض . هذا المرض ينتشر في المناطق المدارية الحارة، والتي تساعد على تكاثر بعوضة الملاريا. البعوضة كحامل للمرض، تحصل أولاً على الطفيل (Parasite) أو الكائن المسبب (Casusative) عند الغداء على دم الحيوان أو الإنسان المعدى ثم حقنه في شخص آخر. لذلك، فإن التحكم المؤثر في البعوض الحامل للمرض يتطلب التخلص من البعوض. الملاريا سببها طفيليات معينة التي تعيش في الشخص الحامل للمرض (المعدى) . البعوضة تصبح معدية عند هضم بعض من الأشكال الجنسية للطفيليات مع دم الشخص الحامل للمرض. بعد فترة التتمية من 10-12 يوم تصل تلك الملاريا أو الكائنات إلى الغدة اللعابية للبعوضة والذي يحقق في دم الإنسان التالي. لذلك، يجب ملاحظة أنه في حالة عدم اكتفاء فترة التتمية فإن البعوضة تصبح غير معدية.

مقاومة البعوض:

قنوات الري، الأنهار، البرك، البحيرات، إنشاء السدود، مواسير المياه التي بها تسرب والتخلص الغير جيد للصرف الصحي والمخلفات..الخ تلك هي مصادر تكاثر البعوض. إجراءات مقاومة البعوض تشمل طرق إبادة اليرقات (Larvicidal) وطرق ما قبل البلوغ (Anti adult). في طريقة إبادة اليرقات يتم رش الحفر والصرف بزيوت الكبروسين أو الـ DDT، المجارى المائية، صرف الشوارع، الصرف تحت السطح تتم صيانتها، المساحات المنخفضة حيث المياه الأسنة يتم ملئها، العدو الطبيعي للبعوض

مثل الحشرة الرعاشة رباعية الأجنحة (Dragon flies)، الطيور، الخفافيش (Bats) تكل كذلك تدمر البعوض حيث تأكله، يرقاتها ونموها. السمك مفيد كذلك جداً فى إبادة اليرقات (Larvicide's). طريقة البالغ (Adult) تشمل رش DDT والمبيدات الأخرى لقتل البعوض ويرقاته.

مقاومة حشرات أخرى:

حشرات أخرى مثل القراد (Tick)، البراغيث (Chigger) القمل، البق، النمل، النمل الأبيض.. الخ يتم إبادته كذلك لتحقيق الحياة المريحة وحماية المبنى والأدوات الأخرى المستخدمة. المبيدات الحشرية يمكن استخدامها لمقاومة تلك الحشرات.

مقاومة القوارض: (RODEN CONTOL)

القوارض تشمل الفيران، السنجاب (Squirrel)، السمور (Beaver)، حيوان شائك من القوارض (Porcupine)، الأرانب، الفيران المنزلية والقوارض الأخرى هي الحاملة لجراثيم المرض، البراغيث، القمل، السوس، الطفيليات المعوية.. الخ، يسبب انتشارها الكبير والالتصاق مع الإنسان. وهي مسئولة عن تلف وأكل كمية كبيرة من الحبوب فى الحقول والحاصلات الأخرى.

الفيران هي المسئولة عن أمراض حمى التيفوس، الطاعون (Plagues)، حمى (Rat bite)، يرقان، صفار (Jaundice)، الدسنتاريا الأميبية، (Trichnosis).. الخ. لعمل المقاومة المؤثرة للفيران، يكون من المهم التعاون الوثيق بين المجتمع والجهة المتخصصة المسئولة. أفضل تصحاح هو بالتخلص من المخلفات بطريقة صحيحة. بالتخلص من الظروف الغير صحيحة (وحفظ الطعام والماء) والمأوى فإنه يمكن حل مشكلة الفيران بدرجة كبيرة لأن سلالات الفيران تعتمد أساساً على الغذاء المتاح والماء والمأوى. يجب توفير الغلق الجيد لغطاء أوعية جميع القمامة. فى المنزل يجب حفظ الغذاء والحبوب فى أوعية مغلقة مع كنس وغسيل الأرض لإزالة آثار أو فضلات الطعام. الشموع والمنتجات الشمعية، الصابون، فاكهة الخضروات ومواد الغذاء الأخرى، يجب حفظها بعيداً عن وصول الفيران وذلك فى أوعية مغلقة.

مقاومة الفيران يمكن أن تتم بالتطهير بالتبخير (Fumigation)، ولكن يجب أن يتم فقط فى الأماكن المناسبة له، وهو يستخدم كثيراً للقوارض والديدان. HCN هو أهم غاز مؤثر للتطهير بالتبخير ولكنه شديد السمية للإنسان، لذلك فإنه يتم استخدامه مع الحرص الشديد. سيانيد الكالسيوم عبارة عن مسحوق حبيبي الشكل والذي يمكن ضخه فى حفر الفيران. عند عمل التبخير للمبنى والمساحات الأخرى الداخلية فإنه يتم

الإغلاق المحكم ويتم سد الشقوق. يتم فتح المبنى لمدة لا تقل عن 4 ساعات للتهوية بعد التبخير.

يمكن قتل الفيران بطريقة مؤثرة بالسم. يمكن استخدام الزرنيخ، (Strychnine)، الفوسفور، كربونات الباريوم.. الخ لقتل الفيران. تلك السموم يتم خلطها مع السمك، الحبوب، اللحم، الخبز ووضعها في أجناب الغرفة. يمكن استخدام الغاز في حفر ومخابئ الفيران وذلك باستخدام سيانيد الكالسيوم، ثاني أكسيد الكبريت، الكلور، عادم السيارات لقتل الفيران.

2- تصحيح الألبان : (MILK SANITATION)

اللبن غذاء هام والذي يمكن أن يصبح بسهولة مبعثراً لانتشار الميكروبات المعدية، نظراً لأنه جيد لتكاثر البكتيريا. اللبن يحتوي حوالى 3% بروتين، 4% دهن الزبدة، 5% لاكتوز، والتي هي مسئولة عن نمو البكتيريا. الكائنات الدقيقة يمكن أن تأتي إلى اللبن من الهواء، أوعية اللبن، ومن الأبقار والأشخاص الذين يتداولون الألبان، لذلك فإنه يكون من الضروري أخذ الألبان من الأبقار الصحيحة ووضعها في أوعية صحيحة وتداوله، بواسطة أشخاص أصحاء. قبل الشرب أو الاستخدام لأغراض أخرى فإن اللبن يجب أن يتم غليه لمدة عشرة دقائق لقتل الكائنات الحية الدقيقة في حالة وجودها. اللبن يجب حفظه من كل مصادر العدوى الممكنة، أبقار الألبان يجب أن تكون صحيحة وخالية من الأمراض. إيواء البقر يجب أن يكون نظيفاً وخالى من الأتربة ومهوا مع الإجراءات الصحيحة اللازمة. غرفة الألبان يجب أن تتشأ منفصلة. يتم وضع الألبان التي يتم تصفيتها جيداً والماء النقي في غرفة الألبان، يتم التعقيم الجيد للأدوات المستخدمة في الألبان. العلب، الزجاجات، المبردات والمعدات الأخرى يتم تعقيمها جيداً قبل استخدامها مع اللبن. اللبن الخام لا يتم تخزينه لمدة طويلة. للمحافظة على اللبن وتجنب العدوى يتم عمل البسترة والتبريد. لقد لوحظ أنه لا يتم وجود مذاق غير مرغوب في اللبن، إذا تم عمل البسترة عند 72°م ولمدة 15 ثانية. ولكن يجب عمل البسترة فقط في حالة عدم تجنبها، ذلك لأن هذه العملية تدمر فيتامين (C) الموجود في اللبن، تبريد اللبن يقلل نمو البكتيريا ويحافظ على نوعية اللبن لمدة طويلة. كلما أمكن ذلك يتم وضع اللبن في التبريد كل الوقت قبل الاستخدام. النشاط الميكروبي يتقدم بمعدل محدد حتى مع أفضل تبريد ويزداد بزيادة عدد الكائنات الدقيقة. اللبن، يمكن كذلك أن يصبح حامض لتفاعل الحامض بسبب البكتيريا. عند عدم التحكم في

التخمر فإن اللبن يصبح فاسداً. نوعية اللبن يتم مراجعتها بواسطة بعض الطرق السريعة. العد الميكروبي يمكن استخدامه لمراجعة حالة اللبن الصحيحة.

انتقال الأمراض بواسطة اللبن: كثيراً من الأمراض من المصدرين الآتين تنقل خلال اللبن.

- (1) المصدر البشري، والذي يشمل التيفود، الكوليرا، الحمى القرمزية، الدفتريا.
- (2) المصدر البقري والذي يشمل التهاب الثدي (Mastitis)، السل، الحمى المتموجة (Undulant fever)، الأنثراكس (أى مرض الجمرة الخبيثة وهو مرض مهلك من أمراض الماشية).

يكون من الضروري التصحيح للألبان للقضاء على الأمراض التي يمكن أن تنقل خلال اللبن. لقد لوحظ أن الحرص نحو الاهتمام بسلامة الألبان قد ساعد على الحد من الكثير من الأمراض ومنها التيفود والباراتيفود.

التصحيح الغذائي: (FOOD SANITATION)

العاملين في مجال التصحيح الميكروبي يكونوا مرتبطين أساساً بمنع انتشار الأمراض أكثر من المحافظة على الغذاء. العناصر الخمس الآتية هي المسئولة عن الصحة العامة.

- * سموم الحفظ المستخدمة في حفظ الطعام، التلوين، الغش.. الخ، وسموم الحشرات، مخلفات الرش السام (Spray) المتروك على المنضدة.. الخ.
- * النباتات السامة أو مواد الغذاء الأخرى التي يمكن أن تدخل في جسم الإنسان عند تناول طعام اللحوم.
- الطفيليات الحيوانية التي يمكن أن تصل إلى جسم الإنسان عند تناول اللحوم أو الأسماك المعدية.
- * بكتيريا السل أو التيفود الموجودة في اللبن، والذي يمكن أن تسبب تسمم الغذاء.
- * بعض الكائنات التي يمكن أن تنمو في الطعام المنتجة لمادة (Toxins).
- * المصدر الرئيسي للأخطار على الصحة العامة هو أماكن تناول الطعام الجاهز في كثير من الأماكن العامة. الغذاء الغير جيد الطهي يمكن أن يساعد على انتشار العديد من الأمراض مثل التيفود، .. الخ.

تسمم الغذاء :

تسمم الغذاء يستخدم عادة لبيان العدوى بسبب تناول الطعام الملوث. تسمم الغذاء قد يسبب القيء، الإسهال، الأمراض المعوية، آلام البطن..الخ. بعض تسمم الغذاء يكون سببه إفرازات الكائنات الصغيرة قبل الهضم. لقد لوحظ أن الطهي الجيد للطعام يزيل السموم. كذلك فإن الحفظ الجيد للطعام يمكن أن يزيل مراض الصداع، الوهن..الخ.

المنشآت العامة للطعام والشراب:

المنشآت العامة لتناول الطعام والشراب هي من مصادر نقل العدوى نتيجة تعدد الاستعمالات للأدوات. والذي يتطلب الغسيل الجيد لتلك الأدوات بعد إزالة فضلات الطعام ويستخدم الماء الساخن بدرجة حرارة 40-45°م مع الصابون أو المنظفات الصناعية ثم الشطف أخيراً بالماء المحتوى على مواد التطهير مثل مركبات الكلور..الخ. بعد الغسيل يتم تجفيف الأدوات بصرف المياه بدون التنشيف بالفوط ولكن يمكن باستخدام الفوط الورقية . كما يجب أن يكون مكان تجهيز وحفظ الطعام وكذلك أماكن تناول الطعام مطابقة للشروط الصحيحة.

الفصل الثالث

3

تلوث الهواء

المصادر والتأثيرات

1. عام :

البيئة تتكون من عنصرين وهما عنصر الفيزياء الحيوية والعنصر الاجتماعي الاقتصادي (Biosphere and socio-economic). كلا هذين العاملين يتم أخذهم في الاعتبار عند تناول موضوع تلوث الهواء. من وجهة نظر المرغوبية (Desirability)، فإن أى نشاط يمكن أن يكون له تأثير موجب أو سالب. عند تناول موضوع التغيرات بسبب تلوث الهواء فإنه يجب أن يؤخذ في الاعتبار البيئة الموجودة. تلوث الهواء له العديد من التأثيرات والتي تعتمد على البيئة. علاقة السبب، الحالة، التأثير لكل ملوث من ملوثات الهواء تعتبر أساسية لتقدير تركيز الملوثات عند أى نقطة بسبب المصادر سواء واحدة أو أكثر بغرض تبني استراتيجية مناسبة للتحكم في التلوث ولخفض تركيزات التلوث، متكافئاً مع معايير نوعية الهواء. التلوث يمكن أن يكون مصدره نقطة (Point source) أو مساحة (Area source) أو خط (Line source) وتعيين التركيز قد يكون بسبب الانطلاق الفوري لانبعاثات ذات حالة ثابتة، انفجار، الانطلاق الطارئ، الانطلاق عند مستوى سطح الأرض أو من مصدر مرتفع.

2. تقييم التأثير البيئي :

يمكن تعريف التأثير بأنه أى تغير في النظام البيئي الطبيعي، الكيميائي، البيولوجي و/أو الاجتماعي - الاقتصادي والذي يمكن أن يكون بسبب الأنشطة الأدمية طبقاً لمتغيرات تحت الدراسة لمقابلة حاجة المشروع. الآتى هي الخطوات الرئيسية الشاملة لتقدير وتقييم التأثيرات على بيئة الهواء.

- أ- التعرف على تلوث الهواء من المصادر.
- ب- نوعية الهواء الطبيعي الأساسية في المنطقة المستهدفة.
- ج- تقدير إمكانيات انتشار تلوث الهواء بمساعدة .
 - التغير الشهري لمتوسط أعماق الخلط.
 - سرعة الريح
 - ارتفاعات الانقلاب
 - مدى تلوث الهواء العالى.. الخ
- د- جمع موجز بيانات الأرصاد الجوية ونمط سقوط الأمطار.
- هـ- معايير نوعية الهواء أو معايير الانبعاثات مع الوقت اللازم لتحقيقها.
- و- التعرف على المصادر الرئيسية لتلوث الهواء.

ز- تقييم التأثير بسبب المشروع المعين وكذلك بمختلف الطرق البديلة. ذلك يمكن عمله بحساب الكمية السنوية المقدرة لتلوث الهواء من هذه وتعيين نسبة الزيادة في المحتوى على المستوى الإقليمي أو المحلي.

ح- تعيين تركيزات مستوى الأرض من ملوثات الهواء من التغيرات طبقاً للظروف المناخية.

الحد من تلوث الهواء بتجديد المناطق

AIR POLLUTION CONTROL BY ZONING

السبب الرئيسى فى مشاكل تلوث الهواء، هو النقص فى الأماكن المناسبة خلال التحضر والتمدين السريع. فيما يعد بالنسبة لآى تخطيط أو إجراءات متصلة بالسكان فإن التخطيط مع النمو الحضرى والصناعى العشوائى يكون مكلف. لذلك فإن مشكلة تلوث الهواء يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند عمل التخطيط المستقبلى للمدينة أو التجمع السكنى. الاعتبار الرئيسى الهام لمثل هذا التخطيط هو لتعيين المنطقة الصناعية مناطق التجمع (Cumulative zoning) فى الماضى نتج عنها وفرة ضعيفة فى الأراضى للصناعات. هذا النظام تم تطويره حالياً "كنظام متساهل" أو مجيز. ولكن هذا النظام نتج عنه كذلك حشد المناطق الصناعية مع استخدامات أخرى بجانب الصناعة. النظام التالى خلاف ذلك هو نظام حصر المناطق (Exclusive Zoning system). هذا النوع من التخطيط الذى يوفر الاستخدام المتوافق لكل منطقة، باستثناء كل الاستخدامات الأخرى. فى هذا النظام يتم توفير المناطق الصناعية المناسبة ولذلك لا توجد مشكلة تلوث الهواء.

التعيين التالى للمناطق الصناعية يمكن أن يكون طبقاً لأدائها. هذا النظام يعرف بتعيين المناطق للأداء القياسى.

الصناعات وتصنيف مساحاتها:

أ- المجموعة (1): وهى الصناعات متناهية الصغر ذات المنتجات المتعددة وذات الاتصال الوثيق بالمدن.

ب- المجموعة (1): وهى الصناعات الصغيرة التى تحتاج إلى مساحات أقل من الأراضى ولكن مهمة بالإنتاج الفنى والإبداعى وهذه الصناعة يمكن وضعها خلال المدن، نظراً لأن أثارها الضارة على البيئة قليلة جداً.

ج- المجموعة (3): الصناعات الكبيرة ذات عدد قليل نسبياً من العمليات ولها علاقة عن بعد بالمساحات السكنية المركزية للمدن. تلك الصناعات لها تأثير كبير على

البيئة، لذلك يجب وضعها على مسافة لا تقل عن 3 كيلو متر بعيداً عن المناطق السكنية للأهالى.

عند عمل التقسيم لصناعات بطريقة علمية فإنه يتم مراعاة العوامل الأربع التالية:

1. مساحة المصنع، بما فيها مساحة المرور (متر مربع/ العامل).
2. عدد العمال فى المصنع.
3. وزن المواد المطلوب نقلها لكل عامل/ العام.
4. المسافة التى خلالها الأذى الناتج يزيد عن الحدود المقررة. تلك التقسيمات مبينة على عرض المناطق العازلة اللازمة لتجنب الأذى من هذه الصناعات عادة المنطقة العازلة تتراوح ما بين 300 متر للصناعات الخفيفة والصناعات الثقيلة يكون عرض المنطقة العازلة من 600-1500 متر. وفى حالة المفرقات تزيد عن 2000 متر.

الفصل الرابع

4

مصادر تلوث الهواء وتأثيراتها

1- عام :

جو الأرض له حدود معينة. التصنيع والتمدين نتج عنه انطلاق ملوثات غازية إلى الجو. الغازات الملوثة العادية في جو المدن هي غاز ثانى أكسيد الكربون، ثانى أكسيد الكبريت، أول أكسيد الكربون، أكاسيد النيتروجين، الهيدروكربونات..الخ. ولكن لظروف خاصة يمكن اعتبار ثانى أكسيد الكربون ليس من بين الملوثات وذلك لدوره في التمثيل الضوئى للنباتات الخضراء.

2- مكونات وبناء الغلاف الجوى:

الخطوة الأولى الضرورية نحو تلوث الهواء والتحكم فيه هي معرفة مكونات وبناء الغلاف الجوى. الكتلة الكلية لكل غاز في الغلاف الجوى موضحة في الجدول (4/1). كميات مختلفة لمعظم هذه الغازات يمكن أن توجد في كل من الطبقات الأربع الرئيسية للغلاف الجوى.

1- التروبوسفير.

2- الاستراتوسفير.

3- الميزوسفير.

4- الثيرموسفير.

في التروبوسفير يوجد الهواء الذى نستخدمه للتنفس، يتكون بالحجم من حوالى 78% نيتروجين، 20% أكسجين، 1% أرجون، 0.03% ثانى أكسيد الكربون.

جدول (4/1) تركيز غازات الغلاف الجوى

في الهواء الجاف النظيف عند مستوى سطح الأرض

م	الغاز	التركيز جزء فى المليون بالحجم	نسبة التركيز بالحجم %
1	نيتروجين	270000	78.09 ± 0.004
2	أكسجين	209500	20.946 ± 0.002
3	أرجون	9300	0.934 ± 0.001
4	CO ₂	320	0.033 ± 0.001
5	Ne	18	0.0018
6	هيليوم	52	-
7	CH ₄	15	-
8	كربتون	1.0	-

9	H ₂	0.5	-
10	N ₂ O	0.2	-
11	CO	0.1	-
12	Xe	0.08	-
13	O ₃	0.02	-
14	NO ₂	0.001	-
15	NH ₃	0.006	-

٣- مصادر تلوث الهواء:

مصادر تلوث الهواء إما أن تكون طبيعية أو من صنع الإنسان.

المصادر الطبيعية:

الغلاف الجوى السفلى للأرض يمتد إلى حوالى 13 كيلو متر فوق سطح الأرض. المصدر الطبيعى قد ساهم فى تكوين الغلاف الجوى للأرض. فى الغلاف الجوى السفلى، تضاف المواد باستمرار خلال الأنشطة البشرية. بالإضافة إلى بخار الماء، فإن مكونات مختلف الغازات ذات الأصل الطبيعى تلوث كذلك الجو. هذه المكونات الغازية تشمل أكاسيد النيتروجين من العواصف أو الصواعق الكهربائية Electrical storms، فلوريد الهيدروجين، كلوريد الهيدروجين من الاضطرابات البركانية، ثانى أكسيد الكبريت، كبريتيد الهيدروجين من تسرب الغازات الطبيعية الحامضية من البراكين أو من نشاط البكتريا المختزلة للكبريت (Sulphide Bactrian) والأوزون المتكون بالطريقة الكيماوية الضوئية (Photo chemically) أو بالتفريغ الكهربى. الغبار والأيروسولات (Aerosols) من الأصل الطبيعى الموجود فى الجو يتكون من جسيمات ملحية من مياه البحر، نويات التكثف، الجسيمات التى يحملها الهواء من التربة والنباتات، الغبار الجوى (Dust of Meteorics)، جراثيم البكتريا، حبيبات اللقاح (Pollen). تركيز مثل هذه المواد يكون أقل من واحد جزء فى المليون للغازات والقليل من الميكروجرامات فى المتر المكعب للجسيمات.

خلال موسم نمو النباتات يوجد عدد كبير من الجسيمات المختلفة فى الجو فوق الأرض. تلك الجسيمات تتكون من حبوب اللقاح، الكائنات الحية الصغيرة والحشرات. حبوب اللقاح هذه تعرف بالمسبب الاستهداف الهوائى (Aero Allergens) وتدخل الغلاف الجوى من الأشجار، الحشائش والأعشاب. حبيبات حبوب اللقاح مثل العشب الضار الخشن (Rag weeds)، تسبب حمى الكلى المجفف (Hay fever)، وتفاعلات

مفرطة الحساسية (Allergic) أخرى في الأشخاص ذوي الحساسية، حبوب اللقاح تنقل من مكان إلى آخر بفعل تيارات الهواء ولمجال حوالي 5-50 متر. الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في الهواء الجوى التى تتكون من الطحالب، الفطريات، الخمائر، الجراثيم، صدا الحبوب (Rusts) والبكتريا. باستثناء الطحالب فإن كل الكائنات الحية الدقيقة يمكن أن تنقل بواسطة الرياح إلى مسافات بعيدة وأن تلوث (تعدى) النباتات، والحيوانات والإنسان.

المصادر الطبيعية المشعة: (RADIOACTIVE NATURAL SOURCES)

هذه يمكن أن تساهم في النشاط الإشعاعى للغلاف الجوى، تتكون من المواد المشعة فى القشرة الأرضية وتأثير الأشعة الكونية من الفضاء الخارجى على المكونات الغازية للغلاف الجوى. العناصر المشعة التى توجد فى الصخور النارية والترتبة تكون مشتقة من ثلاث مجموعات وهى سلسلة اليورانيوم (U^{238})، سلسلة الثوريوم (Th^{232})، وسلسلة الأكتينيوم (U^{235}). الغازات المشعة التى تساهم أساساً فى النشاط الإشعاعى للغلاف الجوى تتكون من الرادون والثورون (Radon and Thoron) تلك الغازات مشتقة من نويات الراديوم (Ra^{226})، (Ra^{228}).

التفاعل الجوى (ATMOSPHERIC REACTION)

فى الغلاف الجوى السفلى، تحدث تفاعلات كيميائية طبيعية والتى تحول الغازات أو الأبخرة إلى منتجات صلبة وسائلة بالأكسدة، والاتحاد، التكثف. وبألية البلمرة، فى الغلاف الجوى العلوى يمكن للتفاعلات الكيميائية الضوئية (Photo chemical) أن تحدث التفسير للجزئيات المعقدة بامتصاص الإشعاع الشمسى من الأشعة فوق البنفسجية عالية الطاقة والأكسدة الناتجة تحدث تفاعلات ذرية (Atomic) وذات التسلسل للشق الحر (Free Radical). معظم H_2S المنطلق فى الجو يأتى من المصادر الطبيعية، والذى يقدر بحوالى 300 مليون طن فى العام.

مركبات الكبريت الأخرى، تشمل السلفيدات العضوية (Sulphides) والمكونات الكبريتية التى تشكل كميات انبعاث صغيرة.

غاز ثانى أكسيد الكربون المنطلق من كل أشكال الحياة خلال عمليات التنفس يتم استغلاله بواسطة النباتات الخضراء خلال عملية التمثيل الضوئى، (Photosynthesis). زيادة الاستهلاك للوقود الكربونى لتوفير الحرارة والطاقة للأنشطة البشرية أطلقت كذلك كميات ضخمة من ثانى أكسيد الكربون فى الجو. البحر يكون خزان طبيعى يحتوى حوالى 60 ضعف زيادة من ثانى أكسيد الكربون عن الموجود فى الغلاف

الجوى. لقد قدر أن 200 مليون طن فى العام من CO_2 تضاف فى الجو بواسطة كل المصادر، التلوث الإجمالى يسبب ثانى أكسيد الكربون يمكن أن يكون غير نشط نسبياً ويمكن أن يتراكم كذلك بمعدل حوالى 0.03 جزء فى المليون كل عام. أكاسيد النيتروجين التى تصرف فى الجو من احتراق الوقود ومن العمليات الصناعية تكون عالية النشاط الكيماوى وتكون منتجات ذات عمر قصير نسبياً.

المصادر بفعل الإنسان (MAN MADE SOURCES)

فى المناطق الحضرية، المصادر الرئيسية للتلوث هى نواتج احتراق الوقود فى المنازل. مثل الفحم، الغازات والغازات العادمة من السيارات والمصادر الهامة لتلوث الهواء فى منطقة معينة توجد كذلك فى الأنشطة الصناعية المتصلة بصهر المعادن الغير حديدية وتصنيعها، صناعة الحديد والصلب، تكرير البترول، العمليات الكيماوية والبتروكيماوية وصناعة الورق ولب الورق وكثيراً من الصناعات الأخرى. توجد مشاكل جديدة لتلوث الهواء يوم بعد يوم مع زيادة كثافة وحدة النمو السريع للسكان والأنشطة الصناعية.

مع زيادة الاستخدام للوقود ومصادر الجسيمات الأخرى فإن حمل المواد الصلبة فى الغلاف الجوى سوف يسبب مشكلة مستمرة، الجسيمات الأكبر سوف ترسب سريعاً من الجو بفعل الجاذبية وتتجمع فوق سطح الأرض. توزيع سقوط الغبار فى المدن هو دلالة مفيدة لكمية الغبار المترسب من انبعاثات المداخن. معظم الجسيمات المتجمعة بهذه الطريقة تكون أكبر من 20-40 ملليمتر. فى معظم الأماكن الملوثة كمية مثل هذا الغبار يمكن أن تكون 50-100 طن/كيلومتر المربع فى الشهر.

ثانى أكسيد الكبريت SO_2 :

محطات الطاقة الحرارية هى أكبر منتج لانبعاثات ثانى أكسيد الكبريت حيث تساهم بحوالى 40% من الانبعاثات الكلية، فى العالم الاحتراق الكلى للفحم ومنتجات البترول لإنتاج الطاقة يزيد عن 18 مليون طن من SO_2 إلى الجو وهذا يشكل 80% من إجمالى الانبعاثات، فى الواقع فإن مشكلة تلوث الهواء بواسطة SO_2 هى من المشاكل الرئيسية لتلوث الهواء فى العالم.

أكاسيد النيتروجين:

تنتج أكاسيد النيتروجين من احتراق الوقود. لقد قرر أن حوالى 18 مليون طن من أكاسيد النيتروجين تضاف كل عام إلى الجو. من بين هذه الكمية 46% ينتج من

محركات السيارات. 25% من محطات توليد الكهرباء، 17% من الصناعة، 9% من المساكن، والباقي 3% من الأنشطة التجارية، بطريقة أخرى 64% من احتراق زيوت الوقود والبنزين، 26% من احتراق الفحم، والباقي 10% من استخدامات الغاز الطبيعي، تلوث الهواء بأكاسيد النتروجين يزداد يوماً بعد يوم بسبب الزيادة المستمرة في عدد السيارات ومحطات الطاقة والأنشطة الصناعية. توجد حاجة عاجلة للحد من أكاسيد النتروجين، وخاصة بالنظر إلى أنشطتها الكيميائية الضوئية (Photochemical).

أول أكسيد الكربون:

عادم السيارات وحرق الفحم هما المصادر الرئيسية لأول أكسيد الكربون، لقد قدر أن حوالي 460 مليون طن من أول أكسيد الكربون يتم حرقها في الجو كل عام، ومن بين هذه الكمية 99.5% يكون بواسطة وسائل النقل فقط.

تقسيم ملوثات الهواء:

كل الملوثات يمكن تقسيمها طبقاً للأصل، المكونات الكيماوية وحالة المادة.

1- التقسيم طبقاً للأصل:

طبقاً لمصدر ملوثات الهواء، فإنها تنقسم إلى مجموعتين (أ) ملوثات الهواء الأولية، (ب) ملوثات الهواء الثانوية.

(أ) ملوثات الهواء الأولية: ملوثات الهواء هذه تنبعث مباشرة إلى الجو وتوجد في الشكل الذي انبعثت به وتسمى ملوثات الهواء الأولية، مثل ثاني أكسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين (NO_x) والهيدروكربونات، وأول أكسيد الكربون.. الخ.

(ب) ملوثات الهواء الثانوية، تلك الملوثات تتكون في الجو نتيجة للتفاعل الكيميائي الضوئي أو التحلل المائي (Hydrolysis) أو الأكسدة، الأوزون (O_3)، Per Oxy butyl Nitrate, Peroxyacetyl Nitrate.. الخ.

2 التقسيم طبقاً للمكونات الكيماوية:

الملوثات سواء الأولية أو الثانوية، يمكن تقسيمها طبقاً لمكوناتها الكيماوية إلى العضوية وغير عضوية.

أ- الملوثات العضوية:

الملوثات العضوية تحتوى على الكربون والهيدروجين وعناصر أخرى مثل NO_2 ، N_2 ، الفوسفور، الكبريت، من بين ملوثات الهواء العضوية كذلك الألد هايدز، كيتونز، الإيثرز، الكحولات، ومركبات الكبريت العضوية.

ب- الملوثات الغير عضوية:

ملوثات الهواء الغير عضوية توجد في الجو الملوثات وتشمل CO ، CO_2 ، الكربونات، الكبريتات، النترات، O_3 ، فلوريد الهيدروجين وكلوريد الهيدروجين.

3- التقسيم طبقاً لحالة المادة:

يمكن تقسيم الملوثات إلى جسيمية (Particulate) أو غازية.

أ- الملوثات الجسيمية:

الملوثات الجسيمية هي دقائق المواد الصلبة أو السائلة، وهذه تشمل الغبار، الدخان، الرماد، الضباب، الرش (Spray). في الظروف العادية، الملوثات الجسيمية ترسب من الجو إلى سطح الأرض.

ب- الملوثات الغازية:

الملوثات الغازية هي موائع لا شكل لها التي تشغل تماماً الفراغ التي انطلقت فيه وتسلك مثل الهواء ولا ترسب. من بين الملوثات الغازية العادية أكاسيد الكربون، أكاسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين، الهيدروكربون، والمؤكسدات.

وحدة القياس لملوثات الهواء:

للتوحيد، فقد أوصت وكالة حماية البيئة (EPA) الوحدات الآتية لقياس الجسيمات والملوثات الغازية. الجسيمات تسقط أو الغبار يسقط، ويتم القياس بالمليجرام/سم²/الفترة الزمنية (ملجرام/سم²-شهر أو عام) في تدوين عدد الجسيمات يعطى كعدد الجسيمات في المتر المكعب من مليون جسيم من الغاز في المتر المكعب القياس للجسيمات العالقة والملوثات الغازية يعطى على أساس الكتلة/وحدة الحجم. مثل ميكروجرام/م³ أو مليجرام/م³.

تأثيرات تلوث الهواء:

تأثيرات تلوث الهواء يمكن تقسيمها كالتالي:

أ- التأثير على النباتات:

ب- التأثير على الصحة العامة للإنسان.

ج- التأثير على الخواص الطبيعية للغلاف الجوى.

د- التأثيرات البيولوجية.

التأثير على النباتات:

النباتات الحساسة تتلف بشدة بفعل غاز SO_2 على هذا التأثير يظهر كذلك بفعل التأثيرات المنخفضة للأوزون، وأكاسيد النيتروجين.

التأثير على الصحة العامة للإنسان:

في الأجواء المتوسطة والارتفاعات المنخفضة، لوحظ زيادة العرضة للموت في التجمعات السكانية العامة في الدول الأوربية، عند زيادة (SO_2) ومركبات الكبريت عن 500 جرام/ المتر المكعب لمدة 24 ساعة. هذه الزيادة تم ملاحظتها بين المجموعات الحساسة من السكان للمرضى بأمراض القلب وأمراض الرئة. كذلك فإن نسبة المرضى بين السكان زادت بعد التركيز SO_2 لحوالي 500 جرام في المتر المكعب و200 جرام دخان في المتر المكعب متزامنين في وقت واحد لمدة 24 ساعة. وفي الهند أظهرت الدراسات أن أمراض التنفس ظهرت أعراضها عند زيادة SO_2 ، والتركيز لكل للجسيمات عن 100 جرام/ المتر المكعب مع 50% من السكان، وعند درجات الحرارة العالية ظهرت حالات ضعف الرؤية.

ما زال حتى الآن العلاقة بين السبب والتأثير لكل من SO_2 والجسيمات العالقة لم يتم تقنينها، لذلك فإن SO_2 والدخان المصاحب والجسيمات العالقة تم اعتبارهم مؤشرات وليس ملوثات مسببة لتأثير معين.

أول أكسيد الكربون:

محركات الاحتراق الداخلي بالوقود البترولي، ومحركات العمليات الصناعية حيث حالات عدم الاحتراق الكامل للوقود الكربوني، تدخين التبغ (4% CO)، أدوات التدفئة المنزلية والاستخدام المنزلي هي المصادر الرئيسية لأول أكسيد الكربون. أول أكسيد الكربون يتحد مع هيموجلوبين الدم عند استنشاقه ويعيق وصول الأكسجين إلى الأنسجة، ولكن محتوى الدم من كاربوكسي هيموجلوبين يتوقف على محتوى الهواء المستنشق من أول أكسيد الكربون، زمن التعرض ونشاط الشخص المستنشق، لقد أثبتت التجارب أن 20% من مستوى تشبع كاربوكسي هيموجلوبين للدم قد يسبب ظهور الأعراض ويعيق الأداء، لقد ثبت حدوث حالات الصداع الإرهاق والوهن إذا زاد التشبع عن 10% من CO، والذي يؤثر كذلك على نظام عضلات القلب وأنسجة التنفس.

ثاني أكسيد النيتروجين:

في المناطق حيث التركيز العالي لـ (NO_2) ظهرت حالات مرضى الجهاز التنفسي بين الأطفال، حدث هذا عند زيادة متوسط منسوب NO_2 عن 190 جرام/ المتر المكعب.

المؤكسدات الفوتوكيماوية (Photo chemical Oxidants) المؤكسدات الفوتوكيماوية أو الضوئية الكيماوية ذات المستوى 500 جرام على المتر المكعب (0.25 جزء في المليون) تم توقع حالات مرضى الربو. لقد أظهر الرياضيون انخفاض الأداء عند مستويات أكسدة أعلا من 200 جرام/ المتر المكعب (0.1 جزء في المليون). ملوثات غازية أخرى مثل NO_x ، CO والجسيمات العالقة لم تظهر تأثيرات. المؤكسدات الفوتوكيماوية تسبب الحساسية للعين، والأنف والحنجرة.

التأثيرات على الخواص الطبيعية للغلاف الجوي:

ضعف الرؤية هي العلامة الأولى لتلوث الهواء، فهي الظاهرة العادية في المناطق الحضرية التي تؤثر على الإشعاع الشمسي، تزداد حالات الضباب في المناطق حيث الهواء الملوث، كذلك فإن نويات التكثف تتغير، التأثيرات الطبيعية لتلوث الهواء يمكن تقسيمها كالآتي:

- * التأثير على الرؤية.
- * التأثير على الغلاف الجوي وحالة الجو.
- * التأثير على المكونات الجوية.

أ- التأثير على الرؤية:

قياس الرؤية السائدة هو عمل قياسي خاص بالأرصاد الجوية كثيراً من العوامل يمكن أن تؤثر على الرؤية والتسجيل كل ساعة بالنسبة للميل التشريعي (وهو الميل الإنجليزي الذي يعادل 1760 ياردة) عند المحطات الأرضية، عملياً يتم المحافظة على التسجيلات عند أجزاء الهواء والمحافظة على التجاوز المطلوب عند استخدام البيان لدراسات تلوث الهواء والتي تعيقها المناطق الحضرية المزدهمة، يتم ذكر الاختلاف بين الرؤية المسجلة والرؤية في اتجاه معين تحديداً. نظراً لأن الرؤية قد تقل بسبب عاصفة الغبار أو الأمطار.. الخ فإنه يتم ذكر هذا كذلك، بسبب زاوية الشمس فإن ملاحظة الرؤية في المساحات الملوثة أظهرت تغيرات اتجاه قوية، في اتجاه الشمس، تكون الرؤية أقل، بسبب انتشار الضوء بسبب الجسيمات في الهواء الملوث، عوامل

أرصادية أخرى تؤثر على الرؤية وهي الانعكاس الحرارى (Inversion أى زيادة درجة الحرارة بالارتفاع عن سطح الأرض)، ارتفاع وسرعة الرياح، وجود جسيمات ماصة للرطوبة والرطوبة النسبية.

الرؤية تتوقف على انتقال الضوء خلال الغلاف الجوى وقدرة العين على تمييز الغرض حيث تقارن مع الخلفية، انخفاض الرؤية فى منطقة ملوثة يرتبط بحجم وتركيز والخواص الطبيعية لجسيمات الملوثات الموجودة لقد لوحظ أن المواد الصلبة والسائلة عند حملها بالهواء فإنها تعمل على تشتت وامتصاص الضوء.

القدرة على الرؤية تتوقف على:

* طبيعة جسيمات المواد فى الهواء المجاور.

أحيانا يتوقع رؤية أفضل خلال العواصف الشديدة حيث قد توفر التخفيف، ولكن إذا كانت الرياح الشديدة تثير الغبار فإنها تقلل الرؤية، لقد لوحظ أنه فى حالات الرطوبة العالية ولكن غير مشبعة فإن الجسيمات المحبة للرطوبة تلتقط الرطوبة وتزيد من الحجم وتؤثر على الرؤية.

ب- التأثير على الجو الحضرى وظروف المناخ:

تلوث الهواء فى المناطق الحضرية يكون بسبب الدخان، الغبار، الإيروسولات الأخرى، المتعلقة بالضباب، السحب والترسيب، لقد أظهرت التجارب أن المدينة يمكن أن تصبح ذات كثافة سحب أكبر نسبة 10-15%، 100% زيادة فى الضباب فى الشتاء، ويمكن أن تزيد الترسيبات بنسبة 5-10%، بسبب تلوث الهواء فإن الإشعاع الشمسى ينخفض بنسبة 30%.

فى المناطق الحضرية يستمر الضباب لمدة أطول مقارنة بالتخوم، الضباب فى الهواء الملوث يكون به نقاط مياه مع مواد كيميائية مذابة، التى تحافظ على الطبيعة السائلة للنقاط عند حالات عدم التشبع.

لقد أظهرت الأبحاث أن:

* كثافة الضباب فى وقت التكوين الأولى تزداد مع زيادة تركيز النويات من 1000/سم³ إلى 7000/سم³.

* تزداد فترة بقاء الضباب باستمرار مع زيادة تركيز النويات.

ونظراً لأن آلية تكوين المطر شديدة التعقيد ولا يمكن تحقيقها معملياً ودراساتها بدلالة تغيير المعايير. لذلك يكون من الصعب إيجاد علاقة بين تلوث الهواء والترسيب، في نظام السحاب، يكون من الضروري أن تنمو نقاط السحاب بالتدريج لحين أن تكون كبيرة بما يمكنها من السقوط بعيداً عن السحاب نفسها. ملوثات الهواء يمكن أن تضيف إلى نويات التكثف لنظام السحاب.

ج- تأثير مكونات الغلاف الجوي:

ثاني أكسيد الكربون في الجو هو المصدر الرئيسي للكربون العضوي في المحيط الحيوي (Biosphere) منذ عام 1900 لوحظ وجود زيادة مضطربة في ثاني أكسيد الكربون في الجو بسبب الاحتراق، ولقد قدر أن CO_2 هذا كان العامل المسئول عن ارتفاع درجة الحرارة وبسببه زيادة امتصاص الأشعة تحت الحمراء بواسطة ثاني أكسيد الكربون.

تأثير المواد:

تلوث الهواء يتلف المواد من خلال خمسة طرق.

- 1- الاحتكاك. 2- الترسيب والإزالة. 3- العدوانية الكيماوية المباشرة.
- 4- العدوانية الكيماوية الغير مباشرة. 5- التآكل.

تلوث الهواء هو المسئول مباشرة عن الخسارة الاقتصادية في المناطق الحضرية، التلف الجوي للمواد يكون بسبب الرطوبة، درجة الحرارة، ضوء الشمس، حركة الهواء ووضع المواد.

الجدول (4/2) يبين تأثير تلوث الهواء على المواد:

م	المادة	ملوثات الهواء	عوامل أخرى	التأثير على المواد
1	مواد البناء	SO_2 ، الغازات الحامضية، والجسيمات الملتصقة	الرطوبة	تغيير اللون
2	المعادن	SO_2 ، الغازات الحامضية	الرطوبة، درجة الحرارة	فقد المعدن وعيوب سطحية
3	المنسوجات	S_xO_x ، الغازات الحامضية	الرطوبة ضوء الشمس	انخفاض قوة الشد
4	المطاط	المؤكسدات	ضوء الشمس	
5	الطلاءات	HS_2 ، SO_2 والجسيمات	الرطوبة الفطريات	تغير اللون
6	الورق	SO_2 ، الغازات الحامضية	ضوء الشمس	الهشاشة وسهولة التمزق

الفصل الخامس

5

استراتيجية الحد
من تلوث الهواء وتقنياتها

1- عام :

التحكم فى تلوث الهواء يعتبر مهمة شديدة التحدى والمغامرة مع اعتبار تنوع المشاكل بالنسبة لعدد الملوثات وكمياتها فى الغاز المنبعث، والنقاط التى عندها تحدث تلك الانبعاثات بدون الانتباه أو بالانتباه والتغير فى نوعية وكمية الانبعاث لمختلف العمليات، الصناعات،..الخ. انبعاثات الملوثات فى الجو يمكن خفضه بواسطة:

1. إقامة معدات تحكم مكلفة.

2. التغير أو التطوير المناسب فى المواد الخام، وفى نظام العمل فى العمليات الصناعية.

الطريقة الثانية مؤثرة أكثر من معدات التحكم أو الصرف خلال المداخن..الخ. الطريقة الثانية هذه تعرف بطريقة "منع التلوث من المنبع" الميزة الرئيسية هى خفض التكاليف الرأسمالية وتكاليف الصيانة لمعدات التحكم المكلفة. قبل تبني هذه الطريقة والبدء فيها فإنه يجب عمل المباحث الآتية:

1. ما هى المصادر الرئيسية للمدخلات التى تسبب وجود الملوثات؟

2. كمية المنتج التى سوف تتأثر بالتغير المقترح؟

3. ما إذا كان التغير الجديد اقتصادياً، إذا كان كذلك فلأى حد؟

4. إذا كان من الممكن إدخال التغيرات المقترحة فى الوحدات الموجودة؟

مشكلة تلوث الهواء يجب دراستها بإتقان وبحث البدائل والمتغيرات على أساس التقييم الصحيح يمكن خفض مستوى التركيز.

تبنى تقنية تحكم معينة يتوقف إلى حد كبير على كمية المواد التى يجب تداولها، طاقة المصنع، العمليات المستخدمة فى المصنع، مواصفات المنتج، طبقاً لمخططات التتقية، عمليات التشغيل والصيانة، والتحليل الاقتصادى.

التغير فى المواد الخام:

انبعاث الملوث يمكن خفضه باستبدال المواد الخام أو طبيعتها الكيماوية. الانبعاث قد يكون بسبب وجود مكونات غير أساسية فى المادة الخام، التى يمكن أن تكون المصدر الرئيسى للتلوث. مثل تلك المكونات الغير أساسية يمكن أبعادها قبل استخدام المادة الخام فى العملية. لخفض تركيز الملوثات الضارة، فإن المادة الخام يمكن استبدالها بمادة أخرى. هذا التغير قد يطلق ملوث آخر قد يكون أقل أذى.

- 1- باستخدام راتنجات ترسب على البارد للمطاط في صناعة فرش الطلاء كبديل لإضافة الكبريت، هذا يقلل من الرائحة.
- 2- باستخدام البترول بدون رصاص لخفض محتوى الرصاص في الهواء الجوى.
- 3- استخدام وقود منخفض المحتوى من الكبريت بدلاً من الوقود ذو المحتوى العالى من الكبريت لخفض انبعاثات SO_2 .
- 4- يمكن استخدام أملاح اليوريت (Borate Salts) بدلاً من عنصر الكبريت.
- 5- مركب خفض درجة حرارة الانصهار من البوكسيت (Bauxite Flux) يمكن استخدامه بدلاً من مادة فلورسبار (Flourspar) المحتوية على الفلور.

تغيير العملية (PROCESS CHANGE):

يمكن خفض تلوث الهواء بتغيير العمليات الصناعية، وذلك بطرق جديدة مطورة كثيراً من الصناعات، خاصة صناعة التكرير وإنتاج الطاقة قامت بتغيير وتطوير عملياتها لخفض انبعاث الملوثات إلى أدنى حد.

الأمثلة الآتية توضح عملية التغيير لخفض تلوث الهواء.

1. خفض الهواء الزائد من 15% إلى 1% عند حرق الوقود الحفري لخفض أكسدة SO_2 إلى SO_3 هذه العملية تحد من تكوين H_2SO_4 ولكن يمكن أن تزيد من إنتاج السناج.
2. تبني الاحتراق على مرحلتين لخفض انبعاث NO_2 .
3. استخدام طبقة التميؤ للاحتراق في الغلايات. في هذه العملية درجة حرارة اللهب المنخفضة سوف تقلل من تكوين NO_2 .
4. لخفض H_2S ، SO_2 حالياً تستخدم مصانع التكرير طريقة كلاوس أو الجمع بين طريقة كلاوس، ستريفورد، والتي تنتج عنصر الكبريت كمنتج ثانوى.
5. إعادة تدوير الغازات التي لا تتكثف لتفاعلات إضافية، مثل البلمرة، الألكة (Alkylation) للهيدروكربونات.
6. المواد المتطايرة يمكن خفضها بالتكثيف وإعادة استخدام الأبخرة.
7. في عملية لب ورق الكرافت (Kraft pulp) (وهو لب الشجر المعالج بكبريتات الكالسيوم)، يمكن التخلص من الرائحة، عند حرق السائل الأسود بطريقة الاحتراق المناسبة.

8. البدء في استخدام الفرن الكهربى بدلاً من فرن المجرمة المكشوفة فى صناعات الصلب.

تقسيم مصادر التلوث:

1. معظم الملوثين فى القطاع الثابت المنظم.
2. الملوثين المتحركين من السيارات فى القطاع المتحرك.
3. كل المصادر بما فيها المصادر المنزلية.
4. قانون حماية البيئة الصادر عام 1986 قد أضاف المواد الخطرة كإضافة صنف جديد، حيث تداوله، توزيعه، وتصنيعه يتطلب الحرس والحذر. تلك المواد قد تشمل الهيدروكربونات (الغازات، المذيبات، المواد الوسيطة، المفرقات، الغازات والسوائل المضغوطة فى أوعية التخزين، المواد السامة، الخ) طبقاً لهذا القانون.

نوع ومستويات انبعاثات التلوث وتقنيات التحكم تختلف للأصناف الأربع السابق ذكرها، الصناعات المجدولة تشمل مصانع الأسمنت، محطات الطاقة الحرارية، الصناعات الكيماوية والصناعات المرتبطة بها.. الخ. فى حالة مثل هذه الصناعات، الآلية الرئيسية للتحكم فى التلوث تكون خلال موافقة مثل هذه الموافقة سوف توصف بوضوح أى معدة أو أجهزة يلزم إقامتها وتشغيلها أو المعدة/ الأجهزة الممنوع تشغيلها وبذا يمكن التحكم فى التلوث خلال الاختيار الصحيح لتقنيات العملية مع معدة أى إزالة للتلوث.

أنواع الانبعاثات:

توجد أربع أنواع من الانبعاثات التى توجد فى المصنع وهى:

1. الانبعاث الغير محكم أو الهائم.
2. الانبعاث فى حالة التحكم الثابت.
3. الانبعاث العابر والزائل (Transient).
4. الانبعاث الطارئ.

الانبعاث خلال التسرب من الوصلات النافله أو المدمره، والفلجيات، والمحابس والفتحات خلال انتقال المادة والطاقة، إعادة التدوير والتعبئة أو إزالة المنتج والتخزين تأتى تحت الصنف الأول من الانبعاثات الغير محكمة أو الهائمة.

خلال العمل العادي للمصنع، الانبعاث المتوجه خلال المدخنة يسمى انبعاث الحالة المستقرة (Steady state Emission). أثناء عملية البدء والتوقف للمصانع، تكون الانبعاثات عادة ثقيلة وتظل فقط لفترة زمنية قصيرة. هذا يسمى الانبعاث العابر، لأن كمية الانبعاث تتغير مع الوقت. بسبب الأخطاء الكبيرة في واحد أو أكثر من معدة العملية أو بسبب الحوادث، الانبعاثات الثقيلة قد تتغير طبقاً لطاقة طاقم التشغيل والصيانة في إيقاف الخطأ أو معادلة السمية وشدة الانبعاث. هذا الانبعاث يأتي تحت التصنيف الرابع.

كما قد يبدو واضحاً الأنواع الأولى والرابع من الانبعاث تكون شديدة الخطورة لكل من عمال المصنع والعمامة خارج حدود المصنع، هذا يمكن كذلك أن يتلف المادة، النبات، الشجر، والثروة الحيوانية، زيادة السمية للماء قد تعرض الكائنات المائية للخطر كذلك.

خلال حالة الاستقرار للتحكم في الانبعاث أو الانبعاثات العابر تكون العمالة آمنة ومن يصاب بآثار ضارة هم من خارج المصنع.

لذلك يكون من الضروري وجود بيان تفصيلي كامل لكل ملوثات الانبعاث لتوفير الميزان المادي بهدف تقييم التأثير التراكمي على البيئة داخل وخارج حدود المصنع واتخاذ الإجراءات المناسبة للتعامل مع الحالات السيئة.

طرق مقاومة التلوث:

وهذه تشمل المقاومة من المصدر أو إزالة الملوثات.

1- إجراءات المقاومة من المصدر:

إجراءات المقاومة من المنبع يمكن استخدامها لكل من الانبعاثات الغير محكمة أو الهائلة والانبعاثات المحكمة. رغم أن الانبعاثات الغير محكمة يمكن أن تساهم بجزء كبير لحمل التلوث الكلي، إلا أنه لم يتم الانتباه الكافي نحو الانبعاثات الغير محكمة حتى قريباً. كما سبق شرحه الانبعاثات الغير محكمة تترك آثارها خلال مساحة محدودة في حدود مساحة المصنع ولكن الانبعاثات الغير محدودة مثل التسرب من خطوط المواسير، الأفراد.. الخ. عند مستوى أعلا من الأرض قد تؤثر على مساحات قريبة من المصنع كذلك، هذا النوع من الانبعاثات يكون عادة كبيراً في مصانع الأسمنت، وفي أبراج التحبيب لمصانع اليوريا ومصانع الأسمدة الفوسفاتية. التعبئة والتحميل ومساحات التخزين هي كذلك مصدر الانبعاثات الغير محكمة. هذا الحال يمكن مشاهدته في صناعات الأسمنت، صناعات تداول المواد، مصانع الأسمدة الفوسفاتية،

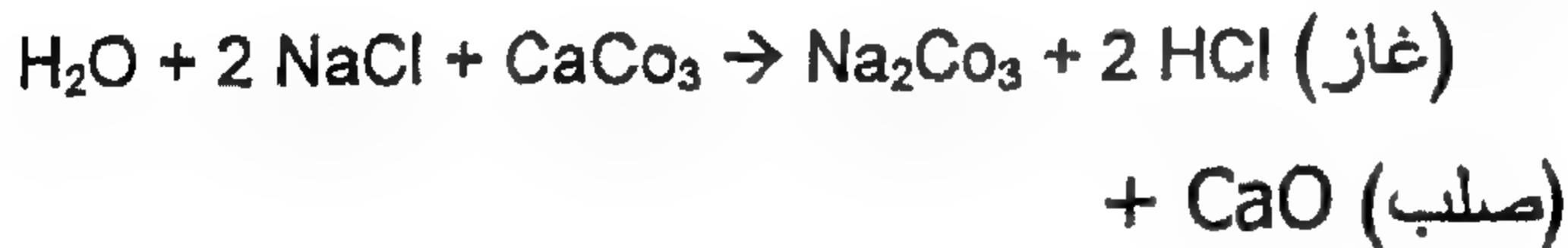
وحدات تخزين ونقل المواد البترولية ومشتقاتها، لمثل هذا الانبعاثات الطريقة الوحيدة لاحتوائها خلال العمل الجيد ونظام الصيانة خلال التغطية، التهوية وطرق السحب بالمص (Suction) والتوجيه نحو مواسير الصرف للتحكم في الانبعاثات أو لجمعها بطريقة مناسبة لحرقها في أفران أو حرقها في مداخن عالية، لذلك فإن التنظيم الداخلي قد يؤدي إلى احتواء كبير للانبعاثات الغير محكمة.

في حالة إجراءات التحكم في الانبعاثات المحكمة (No-Fugitive) فإن الطريقة يمكن تطويرها بالطرق:

- أ- خفض إنتاج الملوثات.
- ب- استخدام الملوثات في العملية بزيادة استخدامها (تحويلها) بكفاءة.
- ج- الملوث المنتج له صفات تسهل إزالته من الغاز بسهولة.
- د- الملوث يشكل منتج ثانوي الذي يسهل التخلص منه أو له قيمة تجارية.
- هـ- إجمالي تدفق التيار الخارج (الغاز الحامل + الملوث) يتم خفضه وبذا خفض تكلفة المعالجة، إذا كان إجراء التحكم في المصدر يتحول إلى نظام زيادة كفاءة الطاقة، فإن كفاءة الإجراء المستخدم تزداد.

مثال (1):

طريقة سولفي (Solvay Process) لصناعة الصودا آش ظهرت لاستبدال طريقة (LeBlanc Process) التي كانت مصدر تلوث مزعج للهواء ولكن طريقة سولفي حولت مشكلة تلوث الهواء إلى تلوث الماء حيث تركت CaCl_2 ليرسب في الماء، وبذا تلويث المجري المائي، تطوير بسيط لهذه العملية حل هذه المشكلة لإنتاج CaO , HCL بدلاً من CaCl_2 ومخطط التفاعل الجديد هو:



بدلاً من

$2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$ في عملية سولفي لذلك مشكلة التلوث يتم حلها، إذا تم احتجاز غاز HCl بشكل مؤثر.

مثال (2):

من خلال تحسين كفاءة التحويل لـ SO_2 إلى SO_3 في مصنع حامض الكبريتيك باستخدام عملية جديدة تسمى (DCDA – Double catalyst Double Absorption) ليس فقط خفض انبعاث SO_2 ولكن استهلاك الكبريت لكل طن من H_2SO_4 تم خفضه.

إجراءات إزالة الملوث:

مع الاستخدام المؤثر لمعدة مقاومة التلوث، فإن الملوثات يمكن خفضها إلى الحدود المسموح بها لانبعاثات المدخنة، تلك المعدة يمكن استخدامها في المصانع الجديدة وحتى في القديمة لتحقيق مستويات الانبعاث المقررة، مثل:

1- استخدام مانع الضباب لاستعادة ضباب الحامض كما في حالة استعادة ضباب H_2SO_4 من خلال المنجنيز الإليكتروليتي.

2- استخدام الغسيل الرطب المؤثر لاستعادة SO_2 من غازات المدخنة من محطات الطاقة والأفران المستخدمة لحرق الوقود بما يقال من حمل الجسيمات لغاز المدخنة.

3- استخدام الغسيل الرطب المؤثر لاستعادة الفلور في شكل (H_2SiF_6) من مصنع سماد الفوسفات.

إجراءات الحد من التلوث يمكن استخدامها للمصانع المقامة أو الجديدة طبيعي في حالة التحكم في التلوث، تقسم الملوثات طبقاً لطبيعتها أما الغازية أو في شكل جسيمات، لذلك فإن طرق التحكم المقترحة لانبعاثات التلوث تنطبق لكل من حالتى الملوثات أو كليهما معاً. وذلك طبقاً للطرق الآتية:

(1) الاستخدام لكل أشكال الانبعاث:

أ- تغيير مواصفات المنتج و أو المواد الخام.

ب- تغيير نظام الإنتاج.

ج- احتواء الانبعاث وذلك من خلال

• احتواء مصدر الانبعاثات.

• التحكم واستعادة الانبعاثات في نظام صرف صناعي.

2- فصل الملوثات من تيار الغاز الخارج وذلك بغسيل الملوث بسائل الغسيل

(Liquid Scrubbing).

3- فصل الملوثات من التيار الخارج (Effluent).

* بالجاذبية.

* بقوة الطرد المركزي.

* بالترسيب الكهروستاتيكي.

إزالة الملوثات من الجسيمات من الغاز:

مادة الجسيمات في الغازات المنبعثة من المصانع تتغير ما بين ذات الحجم الصغير بقطر 0.01 ميكرومتر (كما في حالة الدخان) إلى الحجم الكبير حتى 10^3 ميكرون (كما في حالة غبار الأسمنت أو رزاز نقاط السائل). الجسيمات ذات القطر الأكبر من 10 ميكرومتر تسمى الجسيمات الكبيرة وتلك أصغر من 10 ميكرومتر تسمى الجسيمات الدقيقة، حجم الحبيبات والكثافة هما العوامل الهامة في طرق إزالة الجسيمات.

ديناميكا الجسيمات (PARTICLE DYNAMICS)

يلاحظ عادة أن الجسيمات الأثقل (أو ذات الحجم الأكبر)، كانت سرعة ترسيبها أعلا طبقاً لحجم الجسيمات، فإن حركة الجسم سوف تؤثر على آلية الإزالة.

القوى الكهروستاتيكية: (ELECTROSTATIC FORCES)

بسبب عملية التأين الطبيعية أو الصناعية تصبح الجسيمات حاملة للشحنة، الجسيمات ذات نفس نوع الشحنة تسمى (Unipolar) وتلك ذات الشحنات المتعاكسة تسمى (Bipolar) اختلاف شحنة الجسيمات يزيد احتمالات التصادم وبالتالي معدل التزعيب. الشحنات المختلفة لها ميل التصاق أو انجذاب والشحنات المتماثلة لها ميل تنافر.

لقد وجد أنه بالنسبة للجسيمات الصغيرة جداً أن قوى الجاذبية وقوى الشحنة الكهربائية وقوى حركة بروانيان هي ذات نفس المقدار، لذلك للإزالة المؤثرة للجسيمات، فإنه التفاعل، العلاقات المتداخلة ومقدار تلك القوى الذي سوف يحدد اختيار طريقة عملية الإزالة والمعدة المستخدمة.

معدة إزالة الغبار (DUST REMOVAL EQUIPMENT)

تنقسم معدة إزالة الغبار إلى النوع الجاف والنوع الرطب.

معدة إزالة الغبار الجافة:

في هذه المعدة تحدث إزالة للجسيمات في الحالة الجافة، بدون استخدام عامل بلل مثل نقاط الماء، ولكن، بسبب انسداد المعدة بمادة الجسيمات تؤخذ احتياطات خاصة عند التصميم لتأمين عمل المعدة. نظم فصل الغاز الجافة عادة تعمل طبقاً لمبادئ قوى الفصل الأربع ولذلك فإن المعدة المستخدمة تصنف كالاتى:

* الفصل بقوة الجاذبية.

* الفصل بقوة القصور الذاتى.

* الفصل بقوة الالتصاق.

* الفصل بالقوة الكهربائية.

غرف الترسيب الطبيعى هي أمثلة النوع الأول، أجهزة الفصل بالطرد المركزى والواح الإعاقه Baffles هي مثال للنوع الثانى، حيث قوة الطرد المركزى والقصور الذاتى يعمل على الجسيمات والتي تنفصل من تدفق الغاز الرئيسى، مرشح الكيس هي مثال للنوع الثالث حيث يحدث الجمع بسبب انتشار وتقاطع الجسيمات وارتطامها على سطح النسيج. آلية الانتشار تسود عندما يكون قطر الحبيبات أقل من 0.2 ميكرومتر.

الترسيب الكهروستاتيكي هو المثال للنوع الرابع حيث قوة الجذب الكهروستاتيكية بين الجسيمات ذات الشحنات المختلفة والأقطاب يتم استخدامها لجمع الجسيمات على قضيب الجمع وعزلهم عن تيار الغاز.

معدة الجمع الرطب للغبار:

هنا يتم اقتناص الحبيبات بواسطة نقاط السائل التى يتم إدخالها فى تيار الغاز، ولكن مشكلة تلوث الهواء تتحول فى هذه الحالة إلى تلوث للماء. فى أجهزة الغسيل (Scrubbers) هذه آلية الجمع تكون تصادم القصور الذاتى (Inertial Impaction)، التقاطع (Interception) الانتشار (Diffusion).

أجهزة الغسيل المستخدمة عادة هي غرف الرش، الغسيل بالطرد المركزى أو السيلكون، لوح التصادم، طبقة الحشو فى جهاز الغسيل، جهاز الفنشورى، أحياناً يستخدم غسيل النافورة (Jet) أو أجهزة الغسيل بالطبقة المتحركة.

إزالة الملوثات الغازية:

الملوثات الغازية يمكن إزالتها من تدفقات الغاز العادم بالطرق الطبيعية والطرق الكيميائية.

الطرق الطبيعية:

إزالة الملوثات قد يكون أما لمجرى سائل (بالامتصاص) أو لمجال صلب (الإدمصاص). تلك العمليات تتضمن إعادة تجديد المجال السائل أو الصلب طبقاً لما هو متاح وقيمة السائل أو الصلب.

المستخدم عادة هو الإدمصاص الكيماوى (Chemosorbption) والامتصاص الكيماوى، مواد الإدمصاص المستخدمة يجب أن تكون رخيصة التكاليف، ويسهل توفيرها وانتقائية للملوثات، كما يجب أن يكون لها مساحة سطحية ضخمة للمسام. في الامتصاص الكيماوى كذلك يجب أن يكون المذيب غير مكلف ومتاح وانتقائي للملوثات، المذيبات يجب أن تكون ذات تفاعل عكسي لتسهيل عملية إعادة التجديد.

الطرق الكيميائية:

هذه تغطي الانتقال الكيماوى للملوثات باستخدام تجولات تحفيزية أولاً تحفيزية (Catalytic Noncatalytic) التجولات التحفيزية تتم عادة عند درجات حرارة منخفضة 400-500°م بينما العمليات الغير تحفيزية تحدث عند درجات حرارة عالية 700-1000°م. العمليات التحفيزية عند درجات الحرارة المنخفضة تكون مفضلة للملوثات الغير عضوية مثل SO_x ، NO_x ، الملوثات العضوية يتم عادة حرقها.

تشنت وانتشار ملوثات الهواء:

الملوثات الغازية لا يمكن خفضها إلى مستوى الصفر في الانبعاثات بسبب التكلفة العالية لذلك فإنه يسمح لكمية معينة من الملوثات لتنتقل في الجو خلال المدخنة، تلك الكمية من الملوثات التي يسمح بإطلاقها تكون مبنية على قدرة الانتشار للجو وقدرة تحول الملوثات في البيئة. هذا التشنت يتوقف على معايير الأرصاد الجوية، درجة حرارة، سرعة المدخنة، كمية الانبعاثات وطبوغرافية وارتفاع المدخنة.

الفصل السادس

6

إزالة الجسيمات وانبعاثات الغاز

1. إزالة الجسيمات وانبعاثات الغاز :-

يدخل الغلاف الجوى أنواع مختلفة من الجسيمات والانبعاثات الغازية من مختلف أنواع الصناعات، للتحكم فى دخول تلك المواد فى الجو تستخدم أنواع مختلفة من الأجهزة كالاتى:

تجهيزات جمع الغبار:

طبقاً لكفاءة الجمع، طريقة العمل والإمكانيات فإن تجهيزات تجميع الغبار تنقسم إلى الأنواع الثلاث الآتية:

* أجهزة الفصل الداخلى (Internal Separators).

* تجهيزة الجمع الرطب (Wet Collection).

* أجهزة الترسيب الكهروستاتيكية (Electrostatic).

2. أجهزة الفصل الداخلى:

تصنع أجهزة الفصل الداخلى لجمع الغبار فى أشكال مختلفة الأنواع المستخدمة مادة هى كالاتى:

* مجمعات تغيير الاتجاه.

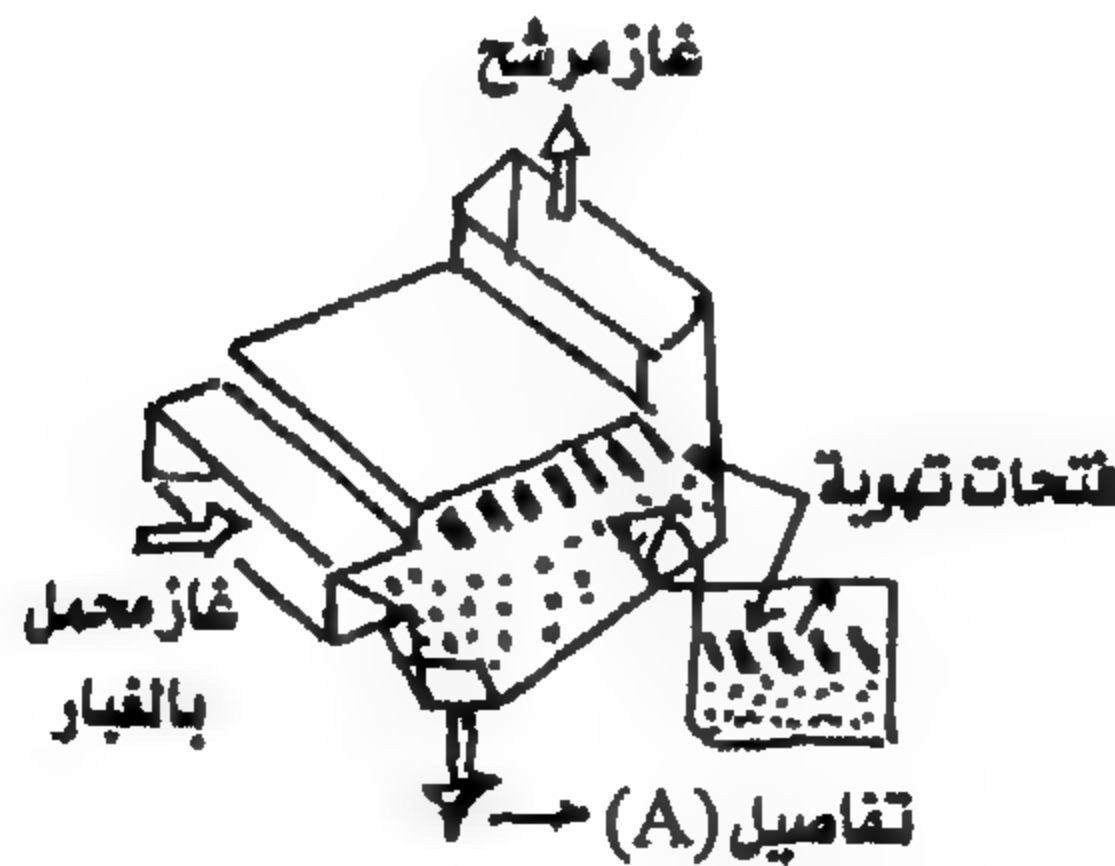
* المرشحات النسيجية.

* غرفة الترسيب بالجاذبية.

* السيكلون (الطرد المركزى).

أ- مجمعات تغيير الاتجاه (Louvercollectors)

عند التغير المفاجئ لاتجاه تدفق الغاز، بسبب القصور الذاتى، الكبير لجسيمات الغبار، فإنه لا يمكنها التغير المفاجئ فى الاتجاه حيث ترسب. هذا المبدأ يستخدم فى فصل الغبار فى جهاز تغيير الاتجاه الموضح فى الشكل (6/1).



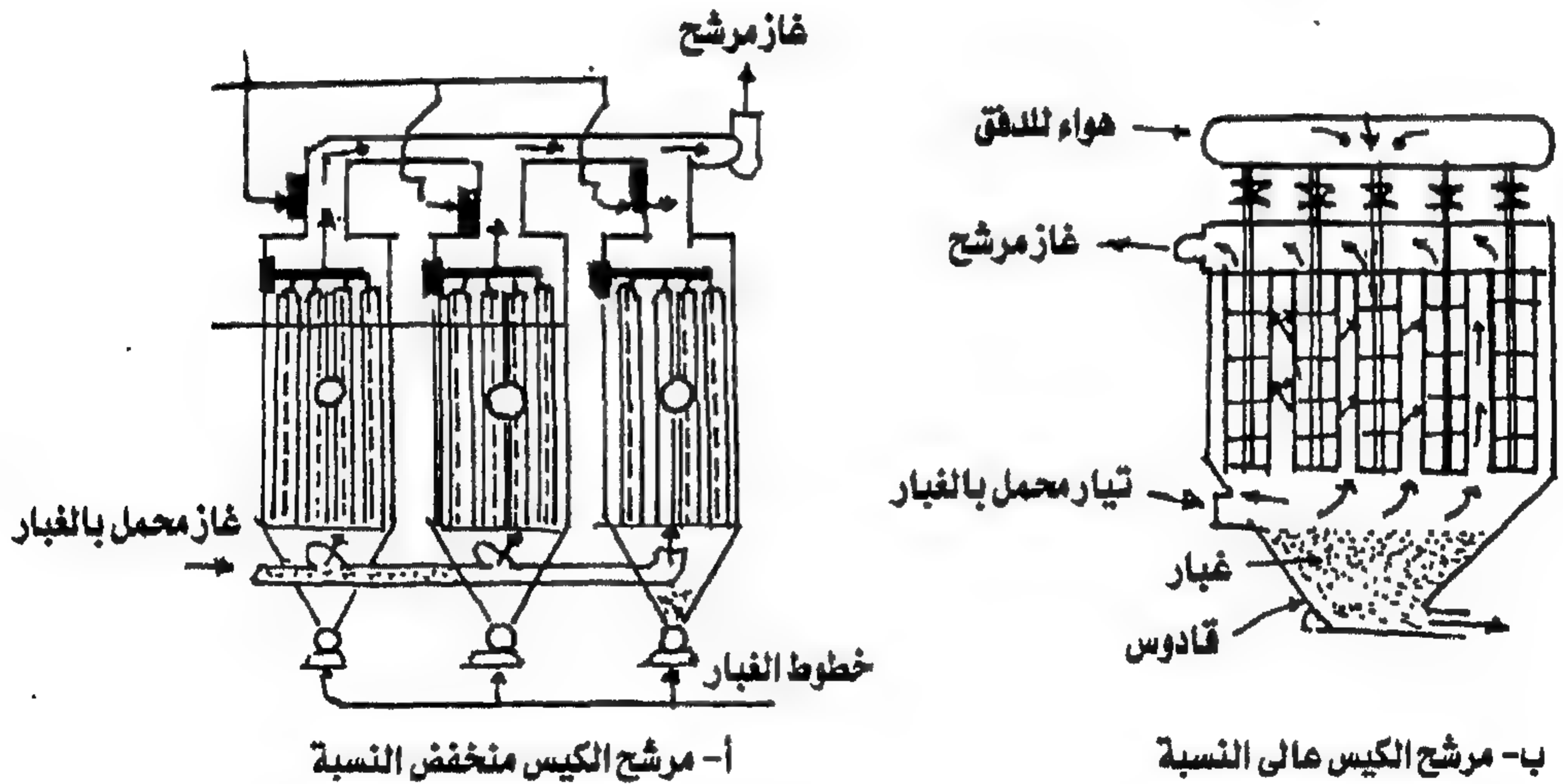
شكل (6/1) مجمع فتحات التهوية

هذا النوع من أجهزة فصل الغبار يتكون أساساً من العديد من الريش موضوعة بزوايا لاتجاه مسار الغاز، الريش توضع لأحداث تغير حاد وسريع في الاتجاه لمسار الغاز. عند نقطة تغيير الاتجاه تسقط جسيمات الغبار وتجمع في طبقة قاع المجمع.

ب- المرشحات من النسيج:

عند مرور الغاز الحامل للغبار على سطح النسيج فإن المسار (Divrges) ينحرف ولكن جسيمات الغبار حتى قطر 0.01 ميكرومتر تلتصق بالنسيج.

الشكل (6/2) يبين مرشح الكيس (Beg Filter). في هذا المرشح يدخل الغاز المحمل بالغبار خلال القاع، حيث تسقط الجسيمات الثقيلة بفعل قوة الجاذبية. ترسب الجسيمات على السطح الداخلي للنسيج. حيث الغاز يمر خلاله، لنظافة كيس النسيج يتم دفع الهواء المضغوط في الاتجاه المعاكس. في أحد الصفوف المستخدمة في جمع الغبار، بينما الصف الآخر يكون في النظافة. الأكياس يمكن كذلك أن تتم معاملتها أما بالاهتزاز أو النبض.



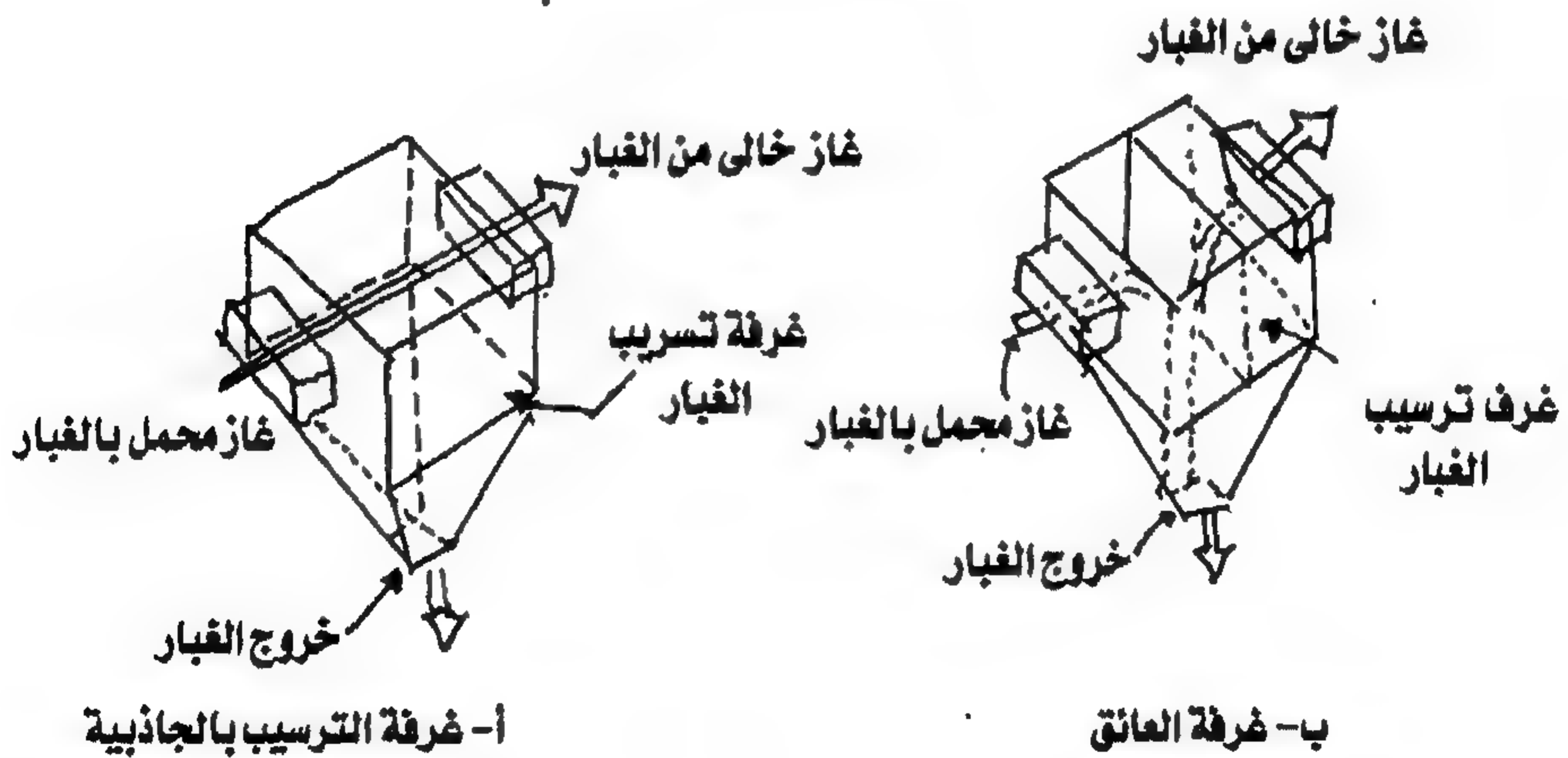
شكل (6/2) مرشح الكيس

الجدول (6/1) يوضح أنواع المرشحات وحدود درجة حرارة الاستخدام:

م	نوع النسيج	الاسم التجاري	أقصى درجة حرارة للاستخدام
1	بولي أميد (طويل التسلسل)	نايلون	120°م
2	Polyacrylonitrile	Microtain	130°م
3	Polyster	Dacron	130°م
4	Polytetraflouraethylene	Teflon	230°م
5	Poly amide (Aromatic)	Nomex	230°م
6	الصوف الزجاجي	الصوف الزجاجي	300°م
7	القطن	القطن	80°م
8	الصوف	الصوف	93°م

ج- غرف الترسيب بالجاذبية:

الشكل (6/3) يبين غرف الترسيب بالجاذبية، وهذه تتكون أساساً من غرفة مغلقة، حيث سرعة الغاز المحمل بالغبار تقل بدرجة كبيرة بما يسمح لجسيمات الغبار بالترسيب بفعل قوة الجاذبية.



شكل (6/3) غرفة الترسيب بالجاذبية

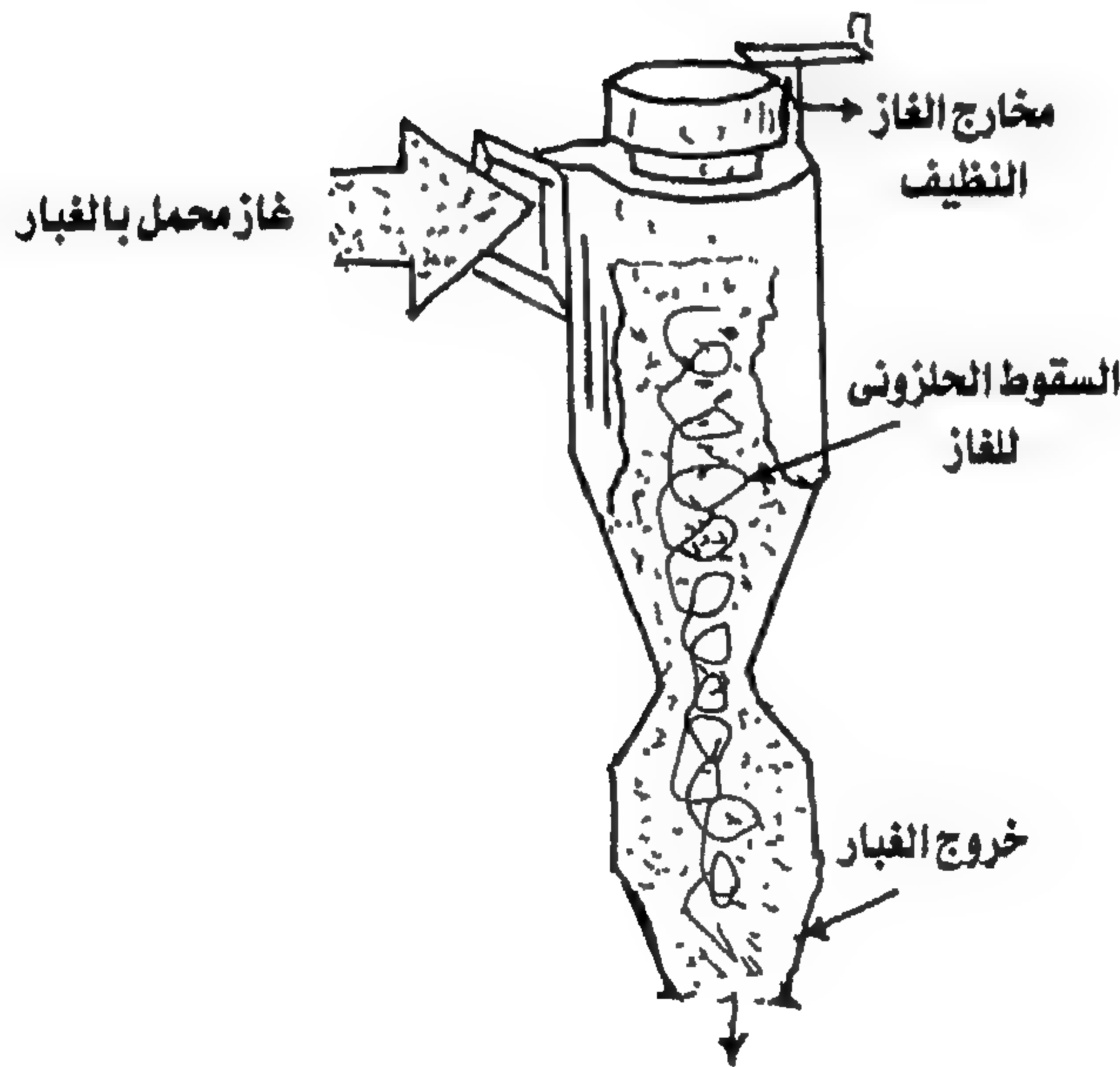
في هذه الغرف السرعة الأفقية للغاز يجب أن تكون منخفضة ما أمكن، لضمان ظروف أقصى ترسيب ولكن عملياً يتم المحافظة على سرعة الغاز ما بين 0.3 إلى

3متر في الثانية ليتمكن فقط للجسيمات الكبيرة ذات قطر أكبر من 40 ميكرومتر أن تزال بهذه الغرف.

ج- السيكلون : (Cyclone)

الشكل (6/4) يبين مخطط لسيكلون إزالة جسيمات الغبار من الهواء، السيكلون يعمل بمبدأ فصل الجسيمات من الغاز بتحويل سرعة الغاز الداخل إلى دوامة مضاعفة (Double Vortex). الغاز الداخل يسير في المسار الحلزوني إلى أسفل على السطح الداخلي ثم يسير في مسار حلزوني إلى أعلا عند الجزء المركزي للسيكلون، بسبب القصور الذاتي لجسيمات الغبار فإنها تميل إلى التركيز على سطح جدار السيكلون. حيث يتم تحويلها إلى المستقبل، وهذه ذات تكلفة منخفضة ومناسبة لجسيمات الغبار الجافة بقطر من 10-40 . ميكرومتر تزداد كفاءة السيكلون بزيادة الآتي:

- * سرعة دخول الغاز المحمل بالغبار.
- * قطر جسيم الغبار وكثافته.
- * تركيز الغبار في الغاز الحامل.
- * نعومة الجدار الداخلي للسيكلون.



شكل (6/4) الحلزون

تجهيزات الجمع الرطب: تشمل الآتى:

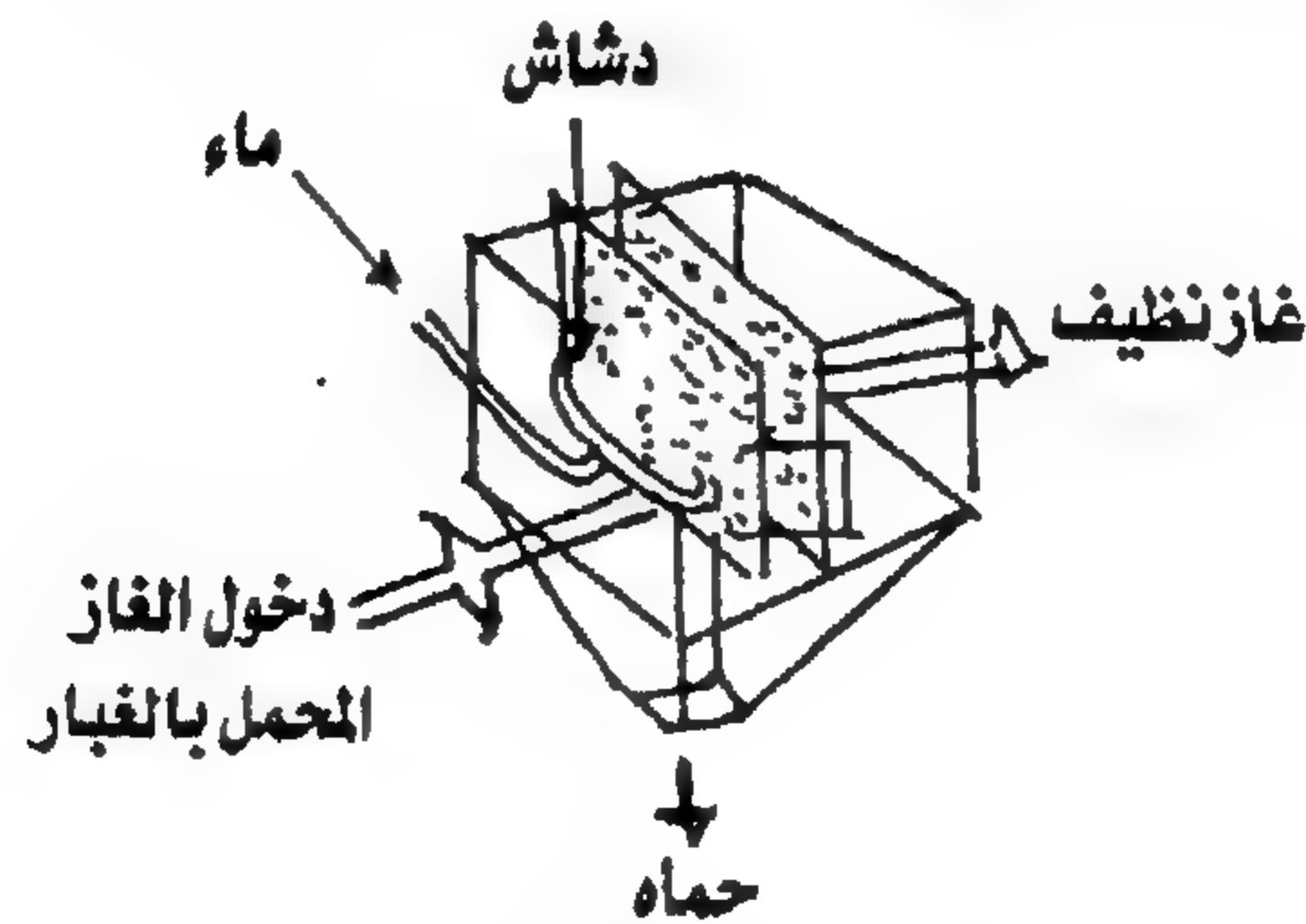
- * غسالات السيكلون (Cyclone Scrubbers).
- * غرف الرش (Spray Chambers).
- * غسالات الفنشورى (Venturi Scrubbers).
- * أبراج الحشو (Packed Towers).

أ- غسالات السيكلون.

وهذه تعرف بالسيكلونات الرطبة فى هذه السيكلونات يوجد عادة دخول مماسى للإيروسول وجسيم المادة والتي تفصل من الإيروسول باستخدام قوى الطرد المركزى وتصادم الماء عند المدخل تصميم غسالات السيكلون هذه يتم عادة حتى 200 لتر فى الدقيقة مع متطلبات الماء تتراوح من 2 لتر إلى 50 لتر لكل 40 لتر من الغاز، جسيمات الغبار ذات قطر 5 ميكرومتر وأعلى يتم فصلها بنسبة كفاءة 90%، ونزول فى الضغط مقداره 40-70 مليمتراً ماء.

ب- غرف الرش:

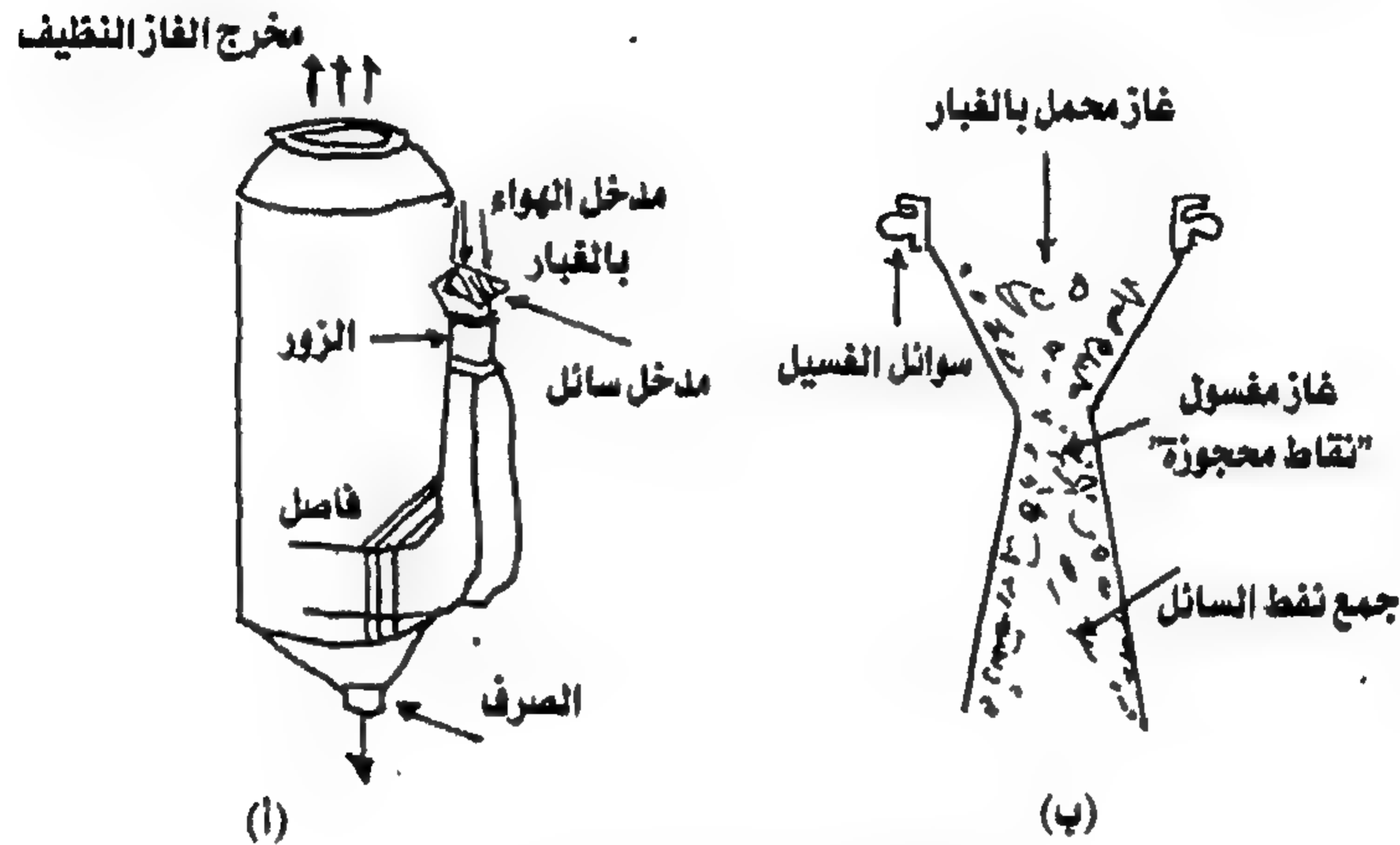
الشكل (6/5) يبين غرفة الرش لإزالة الغبار، لها غرفة ترسيب بسيطة المزودة برشاشات للسائل. فى هذا الجهاز، يرش الغاز بالماء الرقيق حيث ترسب الحمأة فى حوض الحمأة. مثل غرفة الترسيب الأخرى بعض من الغبار السميكة سوف يرسب بفعل الجاذبية على سطح الماء. معظم الإزالة تكون بسبب التصادم بين جسيمات الغبار ونقاط الماء. حيث ينتج عن ذلك اقتناص الجسيمات بواسطة نقاط الماء، هذا بسبب زيادة فى حجم ووزن جسيمات الغبار وتساعد فى سرعة الجمع.



شكل (6/5) غرف الرش

ج- الغسيل بالفنشوري: (Venturiscrubbers)

الشكل (6/6) بين مخطط لمغسلة الفنشوري. هذا يمكنه نظافة حوالي 400 لتر من الغاز في الدقيقة لإزالة السديم (Mist). عادة يلي مغسلة الفنشوري أجهزة الفصل بالطرد المركزي (Cyclonic).



شكل (6/6) الغسيل بالفنشوري

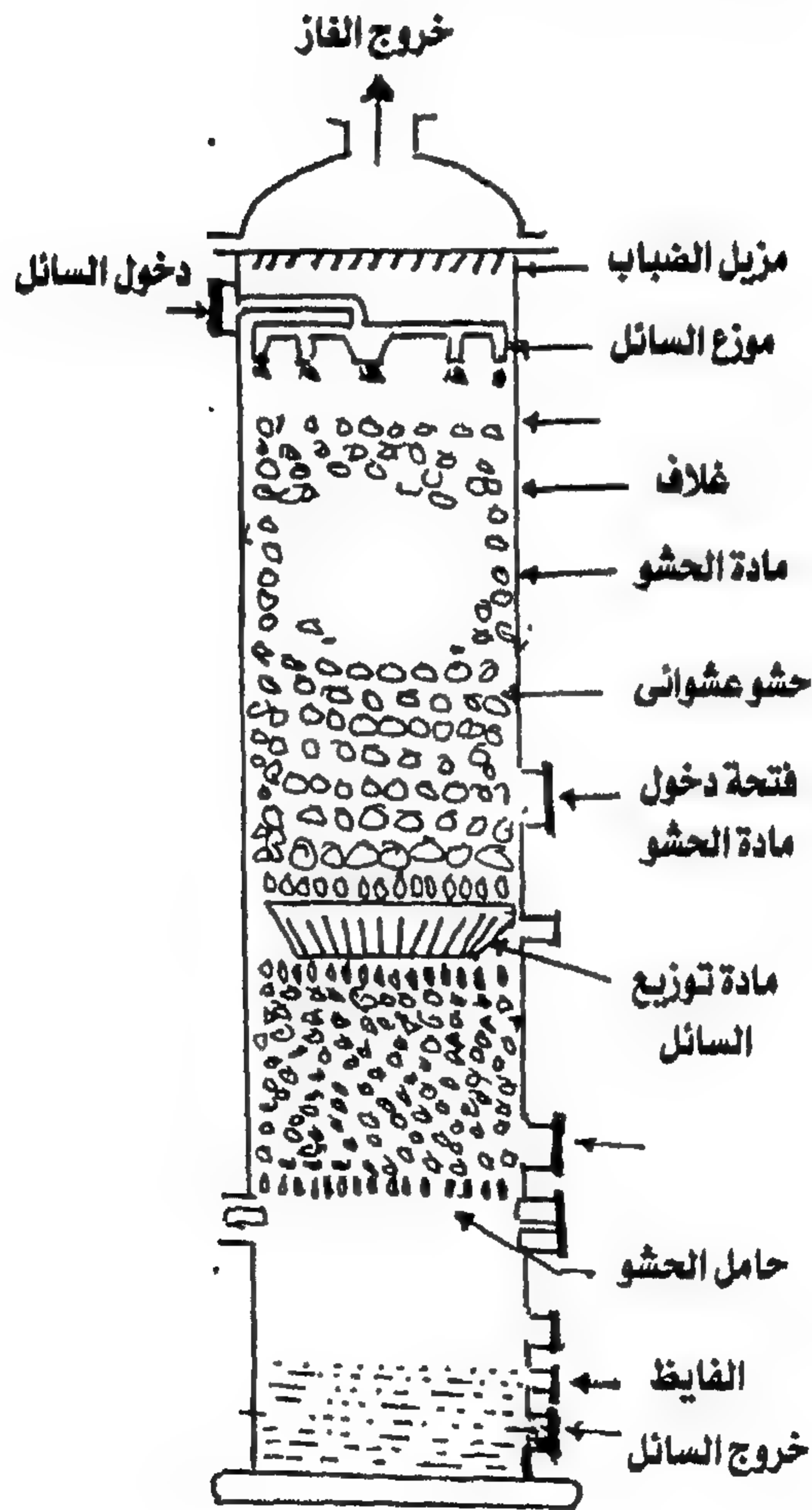
تتكون مغسلة الفنشوري أساساً من الزور الذي خلاله يدفع الغاز الحامل بسرعة طولية مقدارها 3400 إلى 12600 متر في الدقيقة. الماء بصفته سائل الغسيل العادي تم إضافته في اتجاه تدفق الغاز بمعدل حوالي 0.3 - 1.5 لتر لكل لتر من الغاز، دخول الماء يتم عند الزور بواسطة بزايبز (Nozzles) أو عند المدخل بواسطة اختناق من البزايبز أو الهدار.

كفاءة مغسلة الفنشوري تتغير مع المدخلات من الطاقة ويمكن أن تصل إلى 99% حتى في حالة الجسيمات دون المجهرية. عند السرعة العالية الماء يترزز عند الزور والاضطراب الناتج يؤدي إلى الكفاءة العالية للجمع للجسيمات دون المجهرية. في حالة استخدام المواد المناسبة في صناعة مغسلة الفنشوري فإنه يمكن أن يعمل في حالة الغازات العدوانية وعند درجة الحرارة العالية.

هـ- الأبراج ذات الحشو (Packed Towers)

الشكل (6/7) يبين برج الحشو لنظافة الهواء والغازات. في هذا البرج، الغاز المحمل بالغبار يتم تمريره إلى أعلا خلال طبقة مادة الجمع. السائل يتدفق إلى أسفل

خلال الطبقة، بما يحافظ على نظافتها ويمنع إعادة الحجز للجسيمات المترسبة. سطح الجمع يكون كبيراً نسبياً. المواد المستخدمة في سطح الجمع تكون ذات كثافة منخفضة، مقاومة للتآكل وخاملة كيميائياً. عادة تستخدم مادة السيراميك، الكوك، الحجر.. الخ كمادة حشو في هذه الأبراج. مواد الحشو الخشنة تستخدم في إزالة الجسيمات ذات الحجم أكبر من 10 ميكرون. مواد الحشو الدقيقة تستخدم لإزالة الجسيمات أقل من 10 ميكرون. سرعة الغازات خلال مادة الحشو الخشنة تكون حوالى 100 متر/ الثانية. سرعة الغاز في طبقة الحشو الدقيقة تكون من 18-20 متر/ الثانية. في الجمع الرطب الميزة الكبيرة هي أن الفقد في الضغط يظل ثابتاً.



شكل (6/7)

الترسيب الكروستاتيكي: (ELECTROSTATIC PRECIPITATION)

تم اختراع المرسب الكهروستاتيكي في عام 1911 بواسطة (Frederic Gardner) هذه الطريقة يمكن استخدامها للعديد من مشاكل نظافة الغازات مع كفاءة تجميع 99% وطاقة استخدام حتى 150.000 لتر/ الدقيقة عند درجة حرارة حتى 600°م يوجد فقد في الضغط صغير جداً في هذه الطريقة والذي يصل إلى 6-10 ملليمتر من الماء.

الشكل (6/8) مخطط للمرسب الكهروستاتيكي الغاز المحمل بالغبار يمر أفقياً خلال ممر ضيق عمودي للغاز مكوناً بصفوف متوازية من أقطاب التجميع الموصلة أرضياً. السلك الكهربى المعزول على الفولت حوالى 40-50 كيلو فولت يتم وضعه بدقة فى الفاصل على خطوط المنتصف لكل ممر للغاز بذا مسبباً مرور الغاز الحامل للغبار بالمرور خلال أسلاك الفولت العالى والألواح الموصلة أرضياً.

مبادئ العمل للمرسبات الكهروستاتيكية هي كالتى:

تأين الغاز (IONIZATION OF GAZ)

استخدام الجهد العالى فى هذه الطريقة عند 4000 فولت إلى 8000 فولت بسبب إنتاج بلايين الألكترونات التى تتصادم مع جزيئات الغاز والتى تصبح فى شكل أيونات موجبة وأيونات سالبة. مشاهدة الهالة الزرقاء يمثل تكوين أيونات الغاز.

ب- شحنة الغبار (Dust Charging)

الأيونات ذات الشحنة الموجبة تعود ثانياً إلى سلك القطب الموجب وتكتسب إلكتروناً، بينما الأيونات ذات الشحنة السالبة تصطدم مع جسيمات الغبار فى الغاز الداخلى وبذا تصبح جسيمات الغبار الداخلى ذات شحنة سالبة.

ج- ترسيب الغبار:

جسيمات الغبار ذات الشحنة السالبة ترد بالقوة الكهربية نحو لوح الشحنة الموجبة الموصل أرضى حيث تعلق بهم. بهذه الطريقة، يتم تجميع جسيمات الغبار على قطب التجميع مكوناً طبقة سميكة. هذه الطريقة تتزف بالتدريج شحنتها السالبة إلى القطب الموصل أرضى. هذه الزيادة فى سمك طبقة الغبار تعطى مقاومة لتوصيل أيون الشحنة السالبة، والذي يعرف بمقاومة الغبار "Dust Receptivity" عند زيادة سمك طبقة الغبار عن 6 ملليمتر، يصبح الانجذاب الكهربى ضعيف الجسيمات حديثة الترسيب مازالت تحتفظ بالشحنة، لأن قطب الجمع قد تم عزله بطبقة الغبار، فى حالة الظروف السابقة وبسبب الجسيم سالب الشحنة على القطب يحدث وهج

(Flash Over) بين سلك القطب وقطب الجمع والذي يقلل من كفاءة المرسب الكهروستاتيكي. هذا بسبب تكوين الغبار في شكل تجمعات ويتم تجميعه في قادوس. مجال الجهد العالي يعيد شحن أى جسيمات دقيقة والتي يعاد احتجازها.

للحصول على أقصى كفاءة فإن معظم المرسبات الكهروستاتيكية تعمل عند سرعات غاز من 1 إلى 2 متر في الثانية عند 100 م إلى 150 م. كفاءة المرسب الكهروستاتيكي يمكن تقديرها بالمعادلة

$$N = 1 - (e)^{AW/r}$$

حيث :

N = كفاءة المرسب الكهروستاتيكي.

A = مساحة لوح الجمع بالمتر المربع.

V = سرعة تدفق الغاز في (m^3/Sec)

W = معدل الترسيب متر / الثانية.

مميزات المرسبات الكهروستاتيكية هي قلة عدد الأجزاء المتحركة، يمكن أن تقاوم درجة الحرارة حتى 750 م. قدرة عالية على الإمساك بالغاز. كفاءة جمع عالية للجسيمات الصغيرة جداً. والسلبات هي التكلفة العالية، الحاجة إلى عمالة مدربة، أهمية وجود أجهزة تنظيف سابقة مثل السيكلونات، حدود الاستخدام لملوثات المجال الصلب والسائل.

إزالة SO_2 من الغازات العادمة:

الغازات العادمة بها نسبة عالية من غاز SO_2 ، لأن الوقود به محتوى عالي من الكبريت، الفحم ذو المحتوى العالي من الكبريت، يستخدم على نطاق واسع كوقود صلب في الصناعات وفي محطات توليد الطاقة. إلى حد ما نسبة SO_2 في الغازات العادمة يمكن خفضها باستخدام الفحم ذو المحتوى المنخفض من الكبريت. الكبريت يمكن إزالته بالهدرجة الحفازة للفحم (Catalytic Hydrogenation) العالق في القار عند 100-250 جوى، 450 م للحصول على نسبة إزالة الكبريت بنسبة 75% مع استهلاك 20 كيلوجرام من الهيدروجين لكل طن من الفحم. كذلك يمكن إزالة الكبريت من الفحم بالتقطير الإتلافي بواسطة كربنه الفحم (Carbonisation) كبريتيد الهيدروجين الناتج بالطريقة السابقة يمكن حرقه وصرفه خلال المدخنة.

زيت البترول الخام يحتوى على الكبريت بنسب مختلفة محتوى الكبريت فى زيت الوقود (الديزل) يمكن خفضه بالمعالجة القلوية (Caustic Treatment). فى هذه الطريقة يتكون كبريتيد الهيدروجين ومركبات كبريتية أخرى والتي يلزم تدميرها عند ارتفاعات المدخنة إزالة الكبريت بطريقة (Hydrodesulphurisation) تستخدم عادة لخفض محتوى الكبريت فى زيت البترول الخام.

خفض SO₂ فى الغازات العادمة:

تستخدم طرق عديدة لخفض SO₂ فى الغاز العادم والتي تختلف من صناعة لأخرى الآتى بعض الطرق المستخدمة عادة لخفض SO₂ فى الغازات العادمة.

1- بواسطة سائل الأمونيا:

هذه الطريقة تستخدم عادة فى صناعة السماد حيث الغازات المحتوية على SO₂ يتم مرورها خلال محلول الأمونيا، حيث يتم إنتاج كبريتات الأمونيا التي يتم بيعها كمنتج ثانوى، فصل غازات SO₂ من الغازات العادمة بالالتصاق مع المجال السائل تتم فى أبراج الامتصاص (كلا من الأبراج ذات الحشو وتلك ذات الألواح)، غسالات الفنشورى، وأبراج الرش.

2- طريقة كيروكس : (Cairox Method)

فى هذه الطريقة الغاز النظيف المحتوى على SO₂ يتم خلطه مع برمجيات البوتاسيوم (K mno₄) خلال الرش، تحدث الأكسدة كالتى:

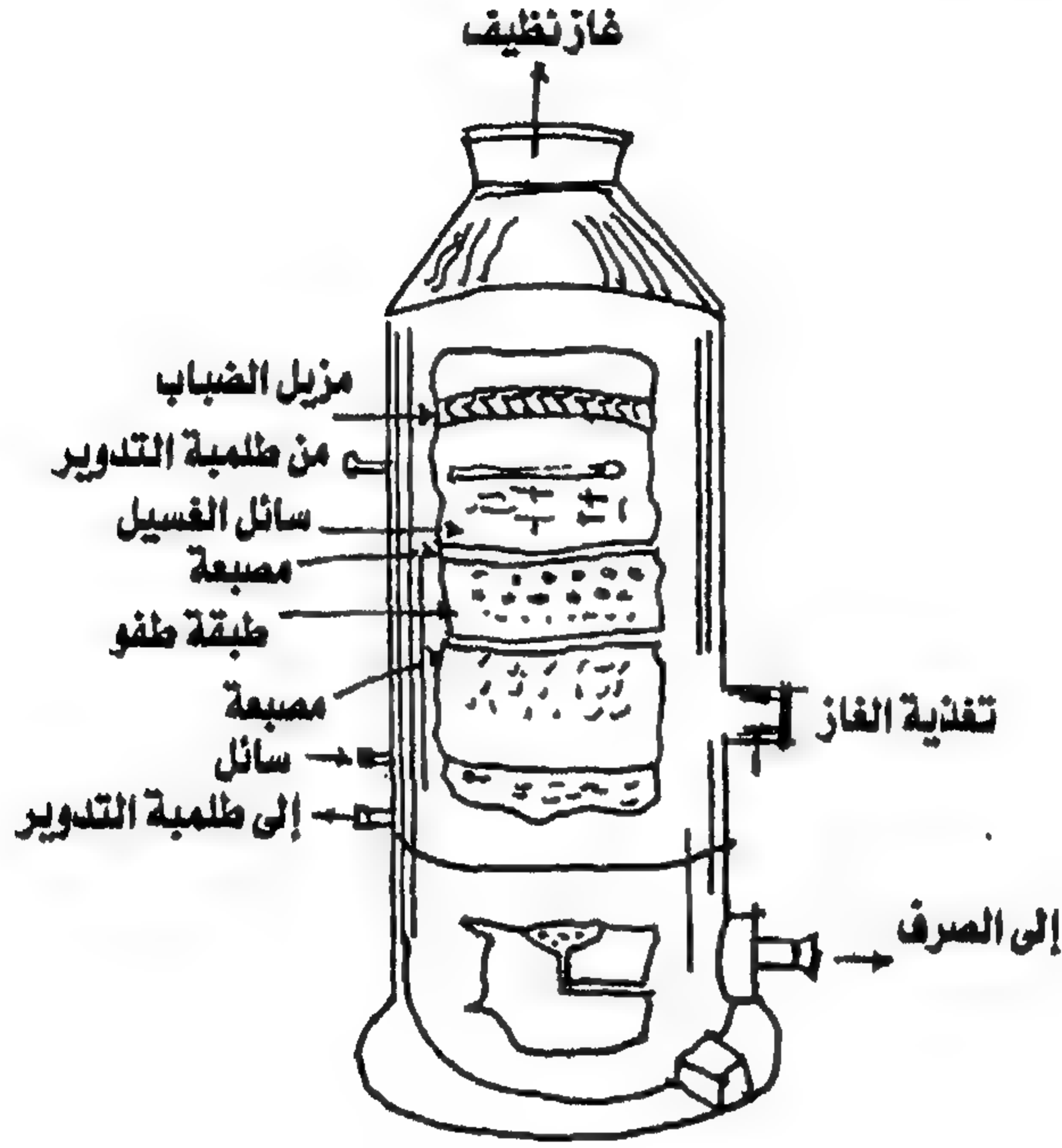


الحماة الناتجة يتم صرفها فى شبكة الصرف الصحى حيث يستخدم ثانى أكسيد المنجنيز كمؤكسد وعامل ترويب فى معالجة الصرف الصحى.

3- طريقة الغسيل بالحجر الجيرى - الجير (Limestone - Lime)

الشكل (6/9) يبين تقنية طبقة التميؤ بالحجر الجيرى لإزالة SO₂. فى هذه الطريقة، يتم حقن الحجر الجيرى فى الطبقة. الغازات المحتوية على SO₂ يتم تمريرها خلال طبقة معدة عند 800 - 1000 °م. فى هذه العملية يتم فصل غاز SO₂ بنسبة 90% وتكوين كبريتات البوتاسيوم.

في حالة طريقة الغسيل فإن الغازات المحتوية على SO_2 يتم مرورها خلال الماء المحتوى على $Ca(OH)_2$. غاز SO_2 تتم إزالته من الغازات مكوناً محلول $CaSO_4$ والذي يتم تكثيفه وتجفيفه والتخلص منه كمخلفات صلبة.



شكل (6/8) طبقة التميؤ للحجر الجيري

التحكم في ثالث أكسيد الكبريت:

الصناعات الكيميائية المنتجة لحامض H_2SO_4 يمكنها إنتاج ضباب يصعب التحكم فيه، قطر النقاط يتغير من 1 إلى 10 ميكرومتر أو أكثر، ويصعب التحكم في النقطة الدقيقة. في حالة النقاط الأكبر يمكن استخدام مغسلة الفنشوري لإزالة النقاط ولكن يلزم انخفاض كبير في الضغط للإزالة الجيدة.

في حالة النقاط الدقيقة من ضباب الحامض تكون المرسبات الكهروستاتيكية أكثر تأثيراً كما يجب أن تكون مكونات الجهاز مقاومة للتآكل، مجمعات الضباب من الصوف الزجاجي يمكن استخدامها لجمع نقاط الضغط العالي.

الفصل السابع

7

ضبط تلوث الهواء بالتخفيف

1. ضبط تلوث الهواء بالتخفيف :

الغلاف الجوى يمكن أن يستوعب كمية محدودة من الملوثات بدون حدوث تلوث ملحوظ أو آثار ضارة. دورة تلوث الهواء لها ثلاث مراحل رئيسية وهى:

1. انطلاق ملوثات الهواء عند المصدر.

2. انتقال وانتشار الملوثات فى الجو.

3. استقبال الملوثات فى تركيز منخفض.

كذلك فإن التنمية الحضرية والصناعية قد زادت كذلك من قوة وتركيز ملوثات الهواء. ولكن نظراً لأن الغلاف الجوى له قدرة محدودة على الاستيعاب بدون إحداث أى تلف أو جعل الجو المحلى مجهود فى قدرته على انتشار وتشتت أى أحمال تلوث فإن :

الطرق المؤثرة لضبط تلوث الهواء هى:

1. تغيير المواد الخام والعمليات.

2. إنشاء معدات تحكم.

3. توفير مداخن عالية لصرف الملوثات عند الارتفاعات العالية من الجو.

شدة التلوث تعتمد على عوامل أرصاد جوية وطبوغرافية الأرض، لدراسة دور الغلاف الجوى كعامل تشتت وانتشار للتلوث. تركيز الملوثات يقل مع ارتفاع المدخنة. استخدام علوم الأرصاد الجوية والعلوم الحركية للهواء (Aerodynamics) يمكن استخدامها فى تصميم فتحات المدخنة (Stack Nozzles)، وذلك لتعيين أفضل سرعات للمدخنة ودرجة حرارة غاز المدخنة ومكان المدخنة.

العوامل الأرصادية (METEOROLOGICAL FACTORS)

عوامل الأرصاد الجوية الآتية يجب تفهمها قبل دراسة نظريات الانتشار:

أ- معدل الهبوط فى درجة حرارة الجو بالارتفاع عن سطح الأرض (Lapse Rate).

ب- سرعة واتجاه الرياح.

ج- مخطط جانبي لسرعة الرياح.

د- رقم ريتشارد سون (Richard Son Number) والذي يعنى بانبعاث الإلكترونات من جسم متوهج.

أ- معدل الهبوط في درجة الحرارة بالارتفاع عن سطح الأرض:

عندما يكون الهواء عند أدنى سرعة أو بدون حركة تقريباً، فإن تراكم التلوث يكون عند أقصاه. عندما يكون الهواء في حالة اضطراب، فإن التلوث يكون منخفضاً. الاضطراب لا يتم قياسه بواسطة الأرصاد (Observatories) حيث القليل يحسب على أساس إطار درجة الحرارة الرأسى. لقد لوحظ أن استقرار الجو هو استعداده لمقاومة أو زيادة الحركة الرأسية، بمعنى آخر لإحباط الاضطراب القائم. مع انخفاض درجة حرارة عند الارتفاعات العالية، الطبيعى أن درجة الحرارة تقل بمعدل 1°م كل 100 متر ارتفاع، هذا الانخفاض في درجة الحرارة يعرف بمعدل التناقص في درجة حرارة الهواء الصاعد (Adiabatic - Lapse Rate) ولكن في معظم الحالات يوجد خفض في درجة الحرارة، ولكن أقل من معدل التناقص في درجة حرارة الهواء الصاعدة مثل هذا التغير يعرف بدون معدل لتناقص في درجة حرارة الهواء الصاعد (Sub Adiabatic - Lapse Rate) والجو يعرف بأنه تحت الاستقرار. في مثل هذه الحالات فإنه يحدث خلط للملوثات وتخفيفها ببطء.

عندما يزيد معدل الانخفاض في درجة الحرارة مع الارتفاع عن معدل ثبات وعدم تبادل الحرارة (Adiabatic Rate) فإن ذلك يعرف بالمعدل الفائق لتناقص درجة حرارة الهواء الصاعد (Super Adiabatic lapse Rate) ويكون الجو في حالة عدم استقرار. مثل هذه الظروف تكون جيدة جداً لخلط وتخفيف الملوثات. معدل التناقص في درجة حرارة الهواء الصاعد يعرف بالحالة المتعادلة وتتصف بالرياح، والسحب النهارية والليلية أحياناً تزداد درجة الحرارة مع الارتفاع، والذي يعرف بالانقلاب (Inversion). في هذه الحالة، لا يمكن حدوث انتشار للملوثات وتكون طبقة فوقية (Blanket layer at the top).

انبعاث الملوثات يحدث عند سطح الأرض أو قريباً منها، ولكن عمق الطبقة التى يحدث فيها اضطراب أو انتشار يتغير في كل من الوقت والفراغ. الارتفاع فوق سطح الغلاف الجوى، حيث يتقاطع معدل التناقص في درجة حرارة الهواء الصاعد مع شكل درجة الحرارة الرأسى الملاحظ والمعروف بأقصى عمق للخلط (Maximum Mixing Depth) عندما يكون ارتفاع الخلط منخفضاً، ولكن ما يزال فوق ارتفاع الكتلة الحارة الصاعدة من الهواء (Plume Height)، فإن تركيز مستوى الأرض سيكون مرتفعاً نسبياً، لأنه في هذه الحالة تكون الملوثات ممنوعة من الانتشار نحو الجو العلوى.

ب- سرعة واتجاه الرياح:

الهواء المتحرك يعرف بالرياح. المحصلة الأفقية تقدر بالسرعة والاتجاه. الرياح متغير جوى آخر والذي يؤخذ في الاعتبار عند دراسة طاقة التخفيف للجو، سرعة الرياح تحدد (1) الكتلة الحارة الصاعدة أسفل ربح المدخنة (The Plume Down Wind of the Stack) و(2) كمية التخفيف للكتلة الحارة الصاعدة عند تركها المدخنة. هذين العاملين يؤثران على مقدار وعلى المسافة إلى أقصى تركيز مستوى سطح الأرض. ويستخدم كذلك في تعيين زمن التحرك من المصدر إلى المستقبل، اتجاه الرياح يحدد اتجاه انتقال الكتلة الحارة الصاعدة من الهواء (Plume). من الأمور التقليدية اعتبار اتجاه الرياح أنه اتجاه من هبوب الرياح، لذلك فإن الرياح الشرقية سوف تحرك الملوث نحو غرب المصدر، لقد لوحظ أن سرعة الرياح توجد عادة لتزداد مع الارتفاع فوق الأرض وأن اتجاه الرياح يتحول في اتجاه عقرب الساعة مع الرياح. كثافة هذه التغيرات تتوقف على خشونة السطح واستقرار الجو. فوق الأسطح الخشنة الجبلية أو حيث التلال أو مع العديد من المباني والنباتات، فإن سرعة الرياح السطحية قد تكون في حدود نصف سرعة الرياح العلوية. سرعة الرياح السطحية عادة تكون 0.9 ضعف الرياح العلوية في حالة السطح الناعم خلال النهار. التغير في سرعة الرياح مع الارتفاع يكون عند أدناه، لأن الاضطراب يكون عند أقصاه.

ج- المظهر الجانبي لسرعة الرياح:

في الجو غير مستقر، بسبب الانتقال ذو العزم العالي، المظهر الجانبي لسرعة الرياح مع الارتفاع يكون أقل من حالة الاستقرار لذلك. فإن المظهر الجانبي لسرعة الرياح يقيس بطريقة غير مباشرة درجة الاضطراب.

أغراض المدخنة:

للمحافظة على أقصى تركيز للتلوث خلال الحدود المسموح بها، فإن المداخل يتم إنشاؤها لصرف الغازات الصناعية في الجو. الغازات الصناعية التي يتم صرفها خلال المداخل يتم تخفيفها وانتشارها في الجو طبقاً للحالة الجوية السائدة. لذلك، فإن المدخنة تعمل لأحكام التلوث للغازات ذات الرائحة أو الملوثات ذات التركيز.

الآتي هي الأهداف الرئيسية للمداخل:

- تحسن سحب الهواء الطبيعي للاحتراق.
- تجنب إعادة دخول الدخان إلى المباني.
- انتشار وتشتت الملوث في الجو.

تصميم المدخنة :

قطر المدخنة يمكن تعيينه على أساس معدل تدفق الغاز العادم وعلى سرعة الخروج المطلوبة، تدفق الرياح فوق المداخل يشكل منطقة ضغط سالب، وهذه تقلل من ارتفاع المدخنة المؤثر ولا تزيد التركيز فقط ولكن تسبب إعادة دخول الغاز إلى فتحة المبنى، كقاعدة، سرعة الغاز من المدخنة يجب أن تكون 1.5 ضعف أقصى سرعة للرياح. هذا يزيد سرعة الرياح كذلك يزيد من ارتفاع ريش الغاز (Plume) وارتفاع المدخنة المؤثر ولكن يزيد الانخفاض في الضغط، لذلك فإن طاقة الحصان المطلوبة لنافخات الهواء (Blowers) تزداد.

طريقة تصميم المدخنة:

ارتفاع المدخنة يجب أن يكون محافظاً على التركيز عند سطح الأرض خلال الحدود المسموح بها لقد اقترح (Brink Corcker) الآتي:

1. ارتفاع المدخنة يجب أن يكون 2.5 ضعف ارتفاع المبنى المحيط.
2. سرعة الغاز الخارج يجب أن لا تزيد عن 60 قدم في الثانية.
3. التركيز عند سطح الأرض يتغير بطريقة عكسية مع مربع ارتفاع المدخنة، ويكون عند أقصاه على مسافة 5 - 10 من ارتفاع المدخنة.

الفصل الثامن

8

أخذ العينات عند المصدر

1- عام :

لتعيين التقنية التي يمكن استخدامها لإزالة التلوث من الانبعاثات الغازية من الصناعة، السيارات.. الخ، العمل الهام هو جمع عينات الغازات المنبعثة عند المصدر. بيانات الانبعاث يتم جمعها لتوفير المعلومات التفصيلية المتعلقة انبعاثات تلوث الهواء في مساحة معينة. الأهداف الرئيسية من أخذ العينات عند المصدر هي:

- أ- لقياس كمية ونوعية الملوث المنتج من المصدر.
- ب- تعيين نوعية وكفاءة معدات التحكم، في مختلف الظروف.
- ج- تعيين الانبعاث عند تغيير المواد الخام والعمليات في الصناعة.
- د- لجمع البيانات من مصدر تلوث أو من عدة مصادر تلوث.
- هـ- معرفة طبيعة مصدر التلوث.
- و- تعيين تأثير الانبعاث على مختلف مناطق المدينة.

دراسة خطة أخذ العينات:

لأخذ عينة المدخنة، فإنه يلزم التخطيط الجيد. المباحث الجيدة تتم قبل التخطيط للتخطيط يجب مراعاة النقاط الآتية:

1. القائم بالتخطيط يجب أن يكون على دراية بالعملية والتشغيل لتعيين دورة العملية.
2. كل طرق أخذ العينات يجب أن تعرف جيداً.
3. توقيت أخذ العينة حيث بعض العينات يحدث له تغيرات دورية.
4. كمية العينة المطلوبة.
5. الموقع يجب أن يتم دراسة جيداً قبل أخذ العينة لأن نقطة المصدر يجب تعيينها بوضوح.

اختيار مكان أخذ العينة:

اختيار موقع أخذ العينة يتطلب خبرة حقلية. نقطة أخذ العينات يجب أن تكون بعيدة ما أمكن من تأثير التوزيع مثل الكيعان، المنحنيات، الوصلات، ألواح الإعاق (Baffles) أو الاختناقات الأخرى. لقد أثبتت الأبحاث أن نقطة أخذ العينات يجب أن تكون على مسافة 10 ضعف تحت التيار من أي اختناق و 3-5 أضعاف القطر فوق التيار من الاضطراب المشابه.

موقع أخذ العينات:

لجمع العينات يجب عمل فتحة. حدود احتواء المحبس (Probe)، حجم أخذ العينة يمكن عمله بقطر في المجال 7-10سم. يمكن تثبيت فلنجة بحيث يتم قفل الفتحة في حالات عدم أخذ العينات.

العينات يتم جمعها من أماكن مختلفة خلال المدخنة. هذا أساسي لأنه قد يكون هناك تغير في درجة الحرارة والسرعة خلال أخذ العينات. تلك النقاط حيث يتم جمع العينات خلال المقطع تسمى النقاط الجانبية (Traverse Points). تلك النقاط يتم تعيينها عند مركز لكل عدد متساوي المساحة في مقطع المدخنة المختار. الدراسة أظهرت أن عدد النقاط يجب أن يؤخذ كما في الجدول (8/1) الآتي:

عدد النقاط	مساحة مقطع المدخنة (متر مربع)
4	0.01858
12	0.19 إلى 2.32
20	2.33

الفصل التاسع

9

المرسبات الكهروستاتيكية

Electrostatic Precipitator

1- عام :

المرسبات الكهروستاتيكية تزيل مادة الجسيمات وكذلك الضباب (نقاط السائل) من تدفقات الغاز العادم بفعل القوى الكهروستاتيكية. عند مرور تدفقات الغاز خلال مجال كهربى، فإن الجسيمات تصبح ذات شحنة حيث تتوجه نحو القطب الحامل للشحنة المعاكسة، المعروف عادة بأقطاب الجمع (Collection Electrodes) التى على سطحها طبقة مسامية من الغبار المتراكم مع الوقت > أقطاب الجمع يتم توصيلها أرضى (Earthed). الأقطاب الأخرى المستخدمة لتوليد التيار الكهربى التى تسمى عادة أقطاب التصريف (Discharge Electrode) لها جهد سالب فى المجال من 15000 إلى 10000 فولت. أقطاب التصريف تكون عادة معلقة فى منتصف المسافة بين أقطاب الجمع (فى مرسب اللوح Plate Precipitator). الجسيمات التى تم جمعها يتم إزالتها ميكانيكياً بالاهتزاز من أن إلى آخر (Periodic Vibration)، بالحك أو الشطف.

لأكثر من ستة عقود استخدمت المرسبات الكهروستاتيكية للتحكم فى انبعاثات الجسيمات فى العديد من الصناعات منها صناعة الأسمنت، محطات الطاقة الحرارية، بطاريات فرن الكوك مصانع الورق ولب الورق، تكرير الزيت، مصانع المعادن الغير حديدية، الجدول (9/1) به بيان عن الصناعات المستخدمة للمرسبات الكهروستاتيكية.

مميزات وعيوب المرسبات الكهروستاتيكية:

1. سهولة التشغيل: مجال كبير لمعدل تدفق الغاز الحامل وأحمال الغبار مع ضعف التأثير على الكفاءة.
2. طاقة غاز عالية حتى 10^6 متر مكعب فى الساعة.
3. انخفاض فى استهلاك الطاقة وكذلك انخفاض مستوى الصوت، حيث الاستهلاك 0.8 كيلوات ساعة/ 1000 متر مكعب من الغاز.
4. ظروف التشغيل: يمكن استخدام درجة حرارة مرتفعة حتى 425°C . تركيز غاز SO_2 أو الغازات العدوانية ليس له تأثير كثيراً على التشغيل.
5. يمكن استعادة المنتجات الثمينة كما فى حالة صناعة لب الورق.
6. يمكن الحصول على كفاءة عالية حتى 99%.
7. يمكن تحقيق الجمع الجاف أو الرطب لجسيمات المادة.
8. تحتاج إلى القليل من الصيانة والقليل من تكاليف التشغيل.

9. غير مؤثر في الملوثات الغازية وغير مفيد مع الغازات المتفجرة.

10. لها تكاليف رأسمالية عالية.

11. المقاومة الكهربائية: حيث يكون الأداء غير جيد عندما تكون الجسيمات ذات مقاومة كهربية عالية.

12. عند درجات الحرارة المنخفضة، جمع الغبار من الغازات العادمة يتأثر سلباً عدا في حالة وجود كمية معينة من الملوثات الغازية مثل SO_2 ، أو يتم تسخين الغاز العادم. لذلك فإن نوع الغبار يلعب دوراً هاماً في كفاءة المرسب الكهربى، جدول (9/1) مجال استخدام المرسب الكهربى.

الصناعة	الاستخدام	معدل تدفق الغاز م ³ /ث	مجال درجة الحرارة 5م	مجال تركيز الغبار	وزن الغبار % أقل من 1 ميكرومتر	الكفاءة %
محطات الطاقة	الفحم المطحون	350-25	320-130	11.5-0.92	25.75	99-98
الأسمنت البورتلاندى	الغبار من الأفران ومن المجففات ومن التهوية	470-25 470-14 5-1	400-150 175-50 55-25	35-1.15 35-2.3 60-11.5	75-35 60-10 75-35	99-85 99-95 99-95
	تخليق غاز الفرن العالى للوقود	470-10	70-40	1.15-0.04	100	99-95
	جمع القار من غاز فرن الكوك	100-25	70-40	2.3-0.25	80	99-95
المعادن الغير حديدية	جمع الدخان من أفران المجرورة والأفران الكهربائية	35-14	370-50	6.9-0.12	95	119-95
	الصلب	المدخان من الأفران، التليد	600-70	115-0.12	100-10	98-95
	الورق ولب الورق	استعادة دخان الصودا فى مصنع لب الكرافت	175-135	460-1.15	99	95-90
الكيمائية	نظافة الهيدروجين من SO_3 , CO_2	9.5-2.5	95-25	2.3-0.02	100	99-90
الغاز	القار من الغاز	25-1	6.5-2.5	0.5-0.02	100	98-90
الجبس	الغبار من الأفران	1-2.5	175-14	11.5-3.5	95	98-90

مبادئ الترسيب الكهربى:

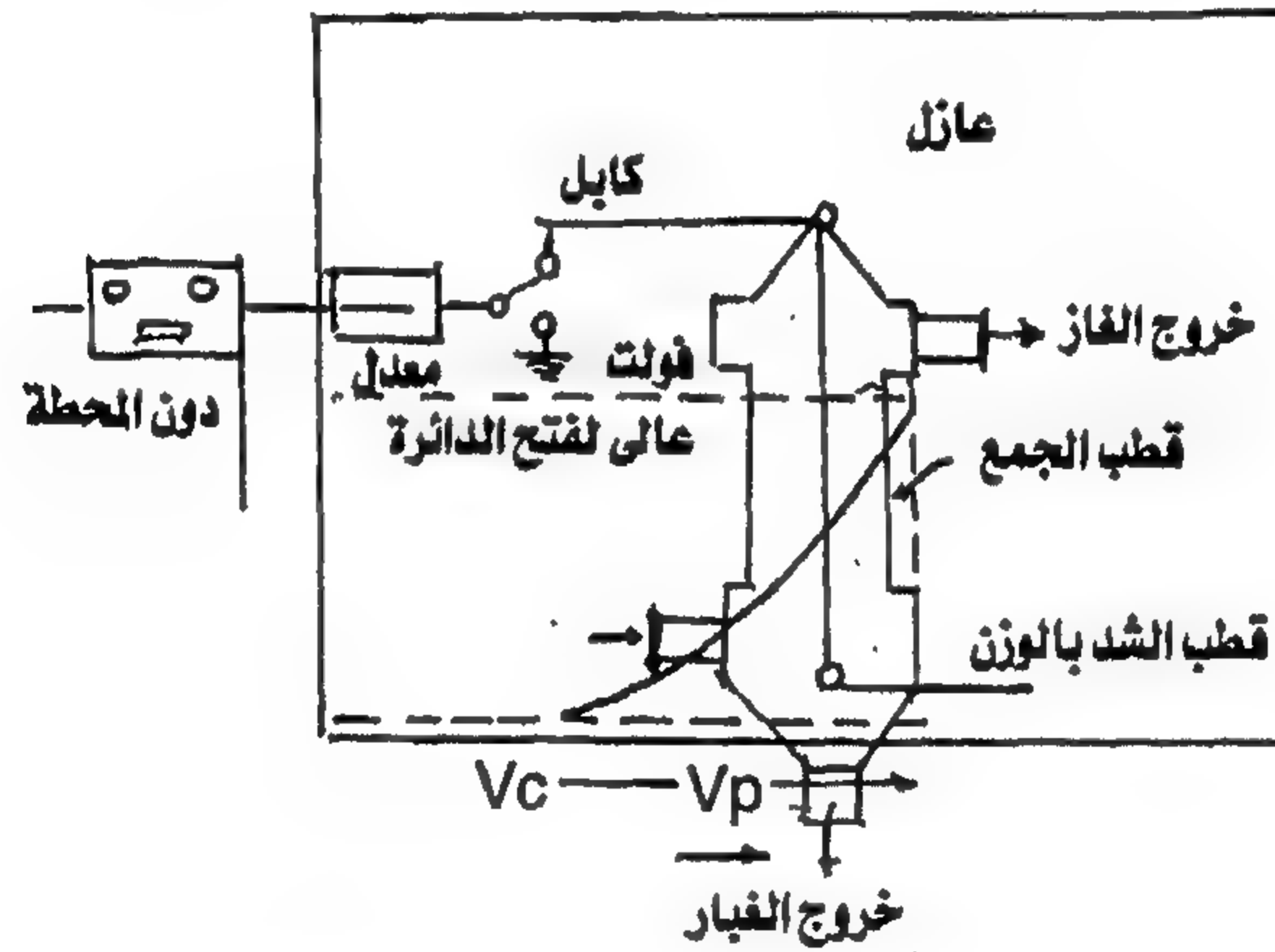
الترسيب الكهروستاتيكي يتم طبقاً للخطوات الآتية:

1. توليد مجال كهربى.
2. توليد شحنة كهربية.

3. تحويل الشحنة الكهربائية إلى جسيمات الغبار.
4. تحريك الجسيمات الحاملة للشحنة نحو قطب الجمع.
5. التصاق جسيم الغبار الحامل للشحنة على سطح قطب الجمع.
6. إزالة طبقة الغبار من قطب الجمع (بالدققة أو الخلطة Rapping).
7. جمع الجسيمات في قادوس.
8. التخلص من الجسيمات المرسبة يجب أن يتم بكفاءة.

توليد الشحنة وشحن الجسيمات:

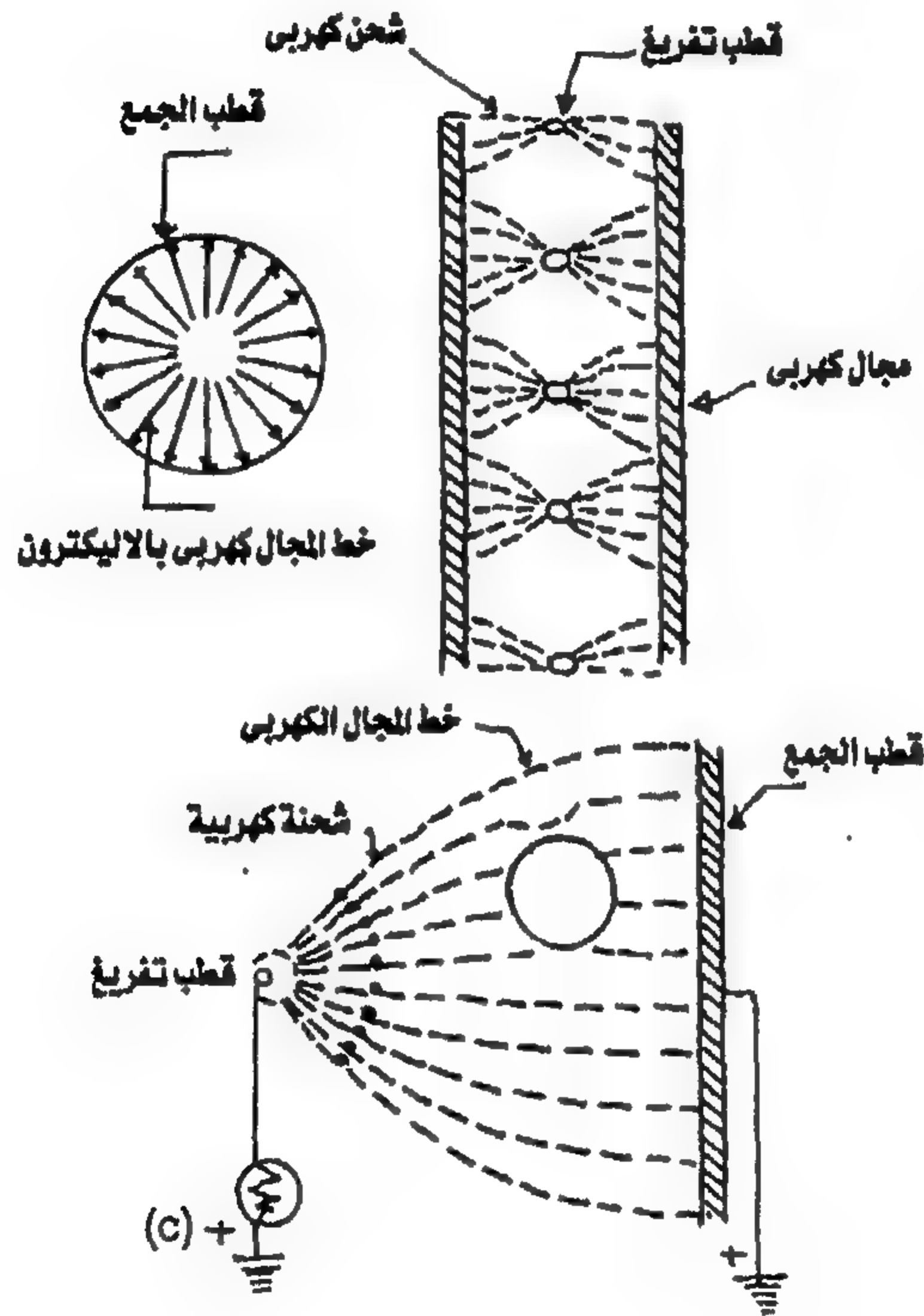
عند توفير الفولت العالي بين زوج من الأقطاب فإنه يتم إيجاد مجال كهربى. الجسيمات الحاملة للشحنة مثل الألكترونات والأيونات، فى ظروف معينة، تتحرك على طول خطوط المجال - الجسيمات ذات الشحنة السالبة تتحرك نحو اتجاه القطب الموجب والجسيمات ذات الشحنة الموجبة تتحرك فى الاتجاه المعاكس نحو القطب السالب الشكل (9/1) يوضح مخطط للمرسب الكهروستاتيكي وملحقاته.



شكل (9/1) مرسب كهروستاتيكي

تأين الغاز يتحرك الألكترونات أو الأيونات يعرف بتأين التصادم أو الارتطام. مع زيادة فرق الجهد (الفولت) عبر الأقطاب، ترتفع كثافة التيار مباشرة مع الفولت، ولكن، بعد نقطة معينة، زيادة كثافة التيار تبطأ ويحدث استقرار لتأين الغاز. أعلا تيار ممكن لكثافة تيار معينة يسمى تيار التشبع (Saturation Current) عند فرق جهد عالى، الشحنة المتحركة تحمل مع الغاز أى أن الألكترونات والأيونات يتم تعجيلهم ويحدث التأين بالتصادم وهذا ما يعرف بتأين التصادم (Collision Ionization) للغازات. تأين

التصادم القريب من الموصل المركزى يسمى صرف الهالة (Corona Discharge). صرف الهالة يحدث فى مجال كهربى غير متجانس ذو شكل أقطاب محددة وتنظيم محدد. فى المرسبات الكهروستاتيكية، يتم عمل نوعين من تنظيم القطب - الموصل من نوع المرسبات المحاط بأنبوب أسطوانى أو صف من الموصلات موزعة فى منتصف المسافة بين اللوحين كما فى حالة المرسبات من نوعية اللوح. شكل (9/2) يبين توليد المجال الكهربى الغير متجانس فى مرسبات الأنبوب واللوح وشحن جسيمات الغبار على قطب الجمع من نوع اللوح.



شكل (9/2) شحن جسيمات الغبار

طبيعى، قطب التصريف أو المركزى له شحنة سالبة. للتهوية الصناعية وتكييف الهواء يفضل مرسبات الهالة الأنبوبية ذات المرحلتين، لأن الحالة السالبة يصاحبها تكوين الأوزون. بالنسبة للقطب المركزى ذو الشحنة السالبة يحدث تصريف للهالة السالبة (Negative Corona). الأيونات الموجبة التى تكونت يتم معادلتها على قطب التصريف. الأيونات السالبة والألكترونات يتم دفعهم للتحرك نحو قطب الجمع. إذا كان الغاز المحمل بالغبار متحركاً بين الأقطاب، فإن الأيونات السالبة تنقل شحنتها إلى جسيمات الغبار. لذلك، الأيونات، الألكترونات، وجسيمات الغبار ذات بعض الشحنة الموجبة تتحرك بعيداً من قطب التصريف

نحو قطب الجمع. سرعة التحرك للألكترونات، الأيونات، وجسيمات الغبار تكون ذات اختلافات كبيرة في مقدارها حيث سرعة الإلكترونات تفوق سرعة الأيونات آلاف المرات وسرعة جسيمات الغبار أقل كثيراً عن سرعة الأيونات. بسبب الاحتكاك مع الجسيمات الحاملة للشحنة، فإن جزيئات الغاز المتعادلة يتم دفعها للتحرك نحو قطب الجمع مولدة تحرك ثنائي للغاز، والذي يسمى ربح كهربى (Electric Wind) ذو مقدار عدة أمتار في الثانية. الريح الكهربى يساعد على جمع الغبار بعيداً عن قطب الجمع ولكن قطب الجمع، دافعاً إلى الخلف جسيمات الغبار بعيداً عنها.

إذا كانت الإلكترونات الحرة غير قادرة على الالتصاق بجزيئات الغاز، فإن معظم الإلكترونات الحرة سوف تتحرك نحو القطب الموجب مع حدوث شرر، وهذا هو بداية التكسير الهالى، كما فى حالة المكثف (Capacitor) الذى ينكسر فى حالة الشحن بفولت عالى جداً. النيتروجين غير مستقر لعمل الهالة السالبة، إلا فى حالة وجود بعض الغازات الماصة للإلكترونات مثل SO_2 , O_2 , بخار الماء، CO_2 . نظراً لأن تلك الغازات موجودة بكميات كبيرة فى الغازات العادمة، فإن الهالة السالبة تكون عادة مناسبة.

جدول (9/1) الملوثات الغازية ومصادرها:

العنصر	الملوث	المصدر
الكبريت	SO_2	الغاز العادم من الغلاية
	SO_3	صناعة حامض الكبريتيك
	H_2S	الغاز الطبيعى، معالجة الصرف الصحى، صناعة الورق ولب الورق
	R-SH	تكرير البترول، صناعة الورق، ولب الورق
النيتروجين	NO_2 , NO	صناعة حامض النيتريك بعملية الأكسدة عند درجة الحرارة العالية، عملية النترجة
	NH_3	صناعة النشار
	بعض مركبات النيتروجين والأمينات	الصرف الصحى، عمليات مذيب البيريدين
الفلور	HF	سماد الفوسفات، الألومنيوم
الكلور	Cl_2 , Cl	صناعة HCl , PVC، صناعة الكلور، عمليات الكلورة
الكربون	غير عضوى CO	عمليات الاحتراق الغير كامل
	CO_2	عمليات الاحتراق (قد لا يعبر ملوثاً)
	CS_2 , COS	صناعة الريون
	عضوى	
	الهيدروكربونات	عمليات المذيب، الجازولين، البتروكيماويات
	الهيدروكربونات المؤكسدة	صناعة البترول، البلاستيك، التغطية السطحية

تقسيم المرسبات الكهروستاتيكية:

تنقسم المرسبات الكهروستاتيكية إلى قسمين وهما:

- المرسبات ذات الجهد (الفولت) العالى.

- المرسبات ذات الفولت المنخفض.

المرسبات الكهربائية ذات الجهد العالى:

وهذه مناسبة لجمع كل من المرسبات الصلبة والسائلة وتستخدم فى أفران الصهر، أفران الصلب، تكرير البترول، صناعة الأسمنت، محطات الطاقة .. الخ. وهذه المرسبات من نوعين النوع الأنبوبى (Tubular) نوع اللوح (Plate type).

المرسبات الأنبوبية عادة لها قطب أنبوبى بقطر من 50 إلى 300مليمتر والطول من 2 إلى 5 متر. سرعة الغاز تصل إلى 1.3 متر فى الثانية. وهذه المرسبات لها كفاءة جمع عالية، ألا أن إزالة الغبار من الأنابيب يشكل صعوبة الغاز يتدفق من أسفل إلى أعلا.

مرسبات اللوح لها لوح لأقطاب الجمع موضوع موازياً لهم وفى منتصف المسافة بينهم أقطاب سلك التصريف على فواصل متساوية. للاستخدام العملى، هذا النظام شديد الأهمية، فواصل الألواح المتوازية تتراوح من 200 إلى 400 مليمتر، أقطاب التصريف تكون بفواصل 100 مليمتر إلى 400 مليمتر. متوسط السرعة فى المرور تتراوح من 1 إلى 2 متر فى الثانية.

المرسبات ذات الجهد المنخفض:

وهذه تستخدم أساساً لأحكام وضبط الجسيمات الدقيقة التى تتصرف سريعاً على طول قطب الجمع. هذه عادة تعمل فى مرحلتين فى المرحلة الأولى أقطاب التصريف لها جهد تيار من 12 إلى 13 كيلوفولت لتوفير حالة التصريف المرحلة الثانية تتكون من ألواح معدنية متساوية بفواصل 20-25 مليمتر. ألواح تبادلية يتم شحنها موجب وسالب بواسطة 6 إلى 6.5 كيلوفولت.

الفصل العاشر

10

الملوثات الغازية وإزالة الرائحة

1- عام :

حماية الهواء من مصادر التلوث أصبح ذو اهتمام بالغ. يتم صرف نوعيات كبيرة من الملوثات في الهواء مثل الملوثات الطبيعية، حبوب اللقاح، البكتيريا.. الخ. جسيمات الغبار، الدخان، الغازات، الأبخرة. هذه الملوثات يتم صرفها من الأنشطة الصناعية والأنشطة الغير صناعية.

إزالة الملوثات الغازية والرائحة من تلك المصادر يمكن أن تتم بطرق عديدة منها الطرق الطبيعية والطرق الكيماوية. من بين الطرق الهامة لإزالة الملوثات والرائحة، الإدمصاص (Adsorbtion)، الامتصاص (Absorbtion)، التكثيف، الغشاء، الفصل، الحرق، الكلورة، إزالة الرائحة والإشعاع.

2- مصادر الملوثات الغازية والرائحة:

يتم صرف آلاف الأطنان من الغبار والغازات الخائفة في البيئة من المصادر الصناعية والمصادر المتحركة والصحية. بعض الملوثات الغازية الهامة هي H_2S , SO_3 , SO_2 مركبات الكبريت (Mercaptans)، مركبات النيتروجين NH_3 , NO_2 , NO ومركبات الأكسجين CO_2 , CO , CO_3 مركبات الهالوجين مثل HCl , HF مركبات العضوية، مواد الألهايذز.

بعض الغازات ذات الرائحة المنفرة مثل كبريتيد الهيدروجين، CS_2 ، مركبات الكبريت (Mercaptans)، نواتج تحلل البروتين، الفينولات، وبعض الهيدروكربونات. من بين الصناعات الملوثة نتيجة انبعاثات الغازات المسببة للرائحة والملوثة هي صناعة الورق وللب الورق، صناعة الأسمدة، الصناعات البترولية، دباغة الجلود، المنظفات الصناعية، السكر، الصناعات الكيماوية والدوائية.

جدول (10/1) طرق التخلص من الملوثات الغازية والرائحة:

الطريقة	الوسائل
الامتصاص	ماصات الطبقة، أبراج الحشو، الحزم الأنبوبية، أعمدة الموائع، ماصات النافورة، ماصات الفقاعة والنقطة، القرص الدوار، أعمدة الفنشوري، أعمدة رش الفنية، قرص الرش الدوار.
الإدمصاص Adsorbtion	الطبقات المتحركة، طبقات التميؤ، الطبقات الدوارة، الطبقة الساقطة.
الامتصاص البيولوجي Bioabsorbtion	باستخدام النمو الميكروبيولوجي
الاحتراق	الحرارى بعد مواعد الاحتراق بالمرشح الحفاز
المعالجة بالأوزون، بالكلور، إزالة الرائحة، إزالة الرائحة بالتعادل الإشعاع، حقن مواد فعالة	

أساسيات الإدمصاص :

الإدمصاص هو ظاهرة سطحية عند التصاق مجالين مع بعضهما البعض، أحد المجالين أو بعض المكونات يتراكم أكثر عند السطح مقارنة بالداخل. ظاهرة التراكم هذه عند أسطح التقابل هي رباط بين مجالين وتسمى إدمصاص. يحدث الإدمصاص على المكان النشط للسطح الصلب.

جدول (10/1) خواص مختلف مواد الإدمصاص:

مادة الإدمصاص	المساحة السطحية (متر مربع/ جرام)
الفحم النشط	1500-1000
الفحم الخشبي	100
السيليكا جيل	850-600
الألومينا المنشطة	400-100

تصنيف الإدمصاص :

يمكن تصنيف الإدمصاص إلى ثلاث مجموعات:

أ- المواد الصلبة الغير أيونية (Non Polar Solids) حيث الإدمصاص يكون طبيعياً بالأساس مثل الكربون المنشط.

ب- المواد الصلبة الأيونية (Polar Solids) حيث الإدمصاص يكون كيمياوياً مع عدم حدوث تغيير في البناء الكيماوى للجزيئات أو السطح مثل أكاسيد السيليكا والألومنيوم. تلك تمتز (Adsorb) كلا الجزيئات الأيونية والغير أيونية، ولكنها تفضل الجزيئات الأيونية.

ج- أسطح الإدمصاص الكيماوى حيث يتم إدمصاص الجزيئات ثم إطلاقها بعد التفاعل والذي يمكن أن يكون أما بالعامل الوسيط (Catalytic) حيث السطح لا يتغير أو بدون عامل وسيط الذي يتطلب استبدال الذرات السطحية.

مواد الإدمصاص يمكن تقسيمها إلى التقليدية أو الغير تقليدية، مواد الإدمصاص التقليدية تشمل الكربون المنشط، السيليكا جيل، بلمرات الألومينا..الخ مواد الإدمصاص الغير تقليدية تشمل، الرماد، الخشب الصلب، اللجنين، الفحم الحجري، نشارة الخشب..الخ.

الكربون المنشط: (Activated Carbon)

الكربون المنشط هو مادة الامصاص المستخدمة عادة نظراً لأن له مساحة سطحية كبيرة لوحدة الوزن أو الحجم للمادة الصلبة. الكربون المنشط هي المتبقى الذي يتم الحصول عليه من العديد من المواد الكربونية مثل الخشب، غلاف ثمرة جوز الهند، الفحم، الخشب، حمأة صناعة الورق، الحمأة البترولية، التي يتم تعريضها لعمليات مختلفة مثل التجفيف، الكربنة، التنشيط. الكربون المنشط مؤثر في ادمصاص الجزيئات للمواد العضوية، مع انتقائية أقل مقارنة بمواد الامصاص الأيونية الأخرى. الكربون المنشط مؤثر في ادمصاص الجزيئات العضوية حتى من تدفقات الغاز الرطب.

تشرب مواد الامصاص (Adsorbent Impregnation)

تأثير مواد الامصاص يمكن زيادته بالتشرب تأثير تشرب الامصاص يمكن أن يرتبط بأى من الأدوات الآتية:

- أ- مادة التشرب (Impregnant) يمكن أن يكون عامل وسيط الذي يحول الملوث كيميائياً إلى المنتج الغير ضار أو القابل للادمصاص
- ب- مادة التشرب يمكن أن تكون عامل وسيط الذي يعمل باستمرار.
- ج- مادة التشرب يمكن أن تكون عامل وسيط الذي يعمل بطريقة متقطعة.

جدول (10/3) مواد التشريب لمواد الامصاص

مادة الامصاص	مادة التشرب	الملوث	الإجراء
الكربون النشط	البروم	ايثيلين، إيثير	التحول إلى ثنائي البروم الذي يظل على الكربون
		الزئبق المركبات الكبريتية Merecaptans	التحول إلى (HgBr) الأكسدة
الألومينا المنشطة	برمنجنات البوتاسيوم	الغازات سهلة الأكسدة خاصة الفورمالدهيد	الأكسدة
	كربونات أو بيكربونات الصوديوم	الغازات الحامضية	التعادل

آلية الامصاص (MECHANISM OF ADSORPTION)

آلية الحركة الكلية لنظام الامصاص المستخدم تتأثر بكل من نوع طريقة التصاق الغاز - الصلب وعمليات انتقال المادة التي يتم امتصاصها من جملة الغاز إلى السطح الداخلى لمادة الامصاص. عملية الانتقال الآتية يمكن أن تؤثر على المعدل الكلى لعملية الامتصاص كما يجب أن تؤخذ فى الاعتبار.

أ- انتقال المادة الممتزة من تدفقات الغاز إلى السطح الخارجى لمادة الامصاص.

ب- الانتشار خلال المرور مع الجسيمات خلال

- المسام الكبيرة Macropores.

- المسام الصغيرة Micropores

- الامصاص عند المكان المناسب على السطح الداخلى للجسيمات.

مبادئ التصميم لمعدة الامصاص:

المتطلبات العامة التى تفرضها ظاهرة الامصاص على تصميم المعدة هى كالاتى:

أ- فترة طويلة للاتصاق بين تدفق الهواء وطبقة الامصاص لتحقيق كفاءة الامصاص.

ب- إمكانيات امتصاص كافية

ج- مقاومة صغيرة لتدفق الهواء للأداء الجيد لتجهيزات تحرك الهواء المستخدمة.

د- تجانس توزيع تدفق الهواء فوق طبقة الامصاص لضمان الاستخدام الكلى لمادة الامصاص.

هـ- المعالجة المسبقة للهواء لإزالة الجسيمات التى لا يتم امتصاصها والتى تعيق أداء طبقة الامصاص.

و- أهمية إزالة المادة الممتزة بعد الوصول إلى حالة التشبع.

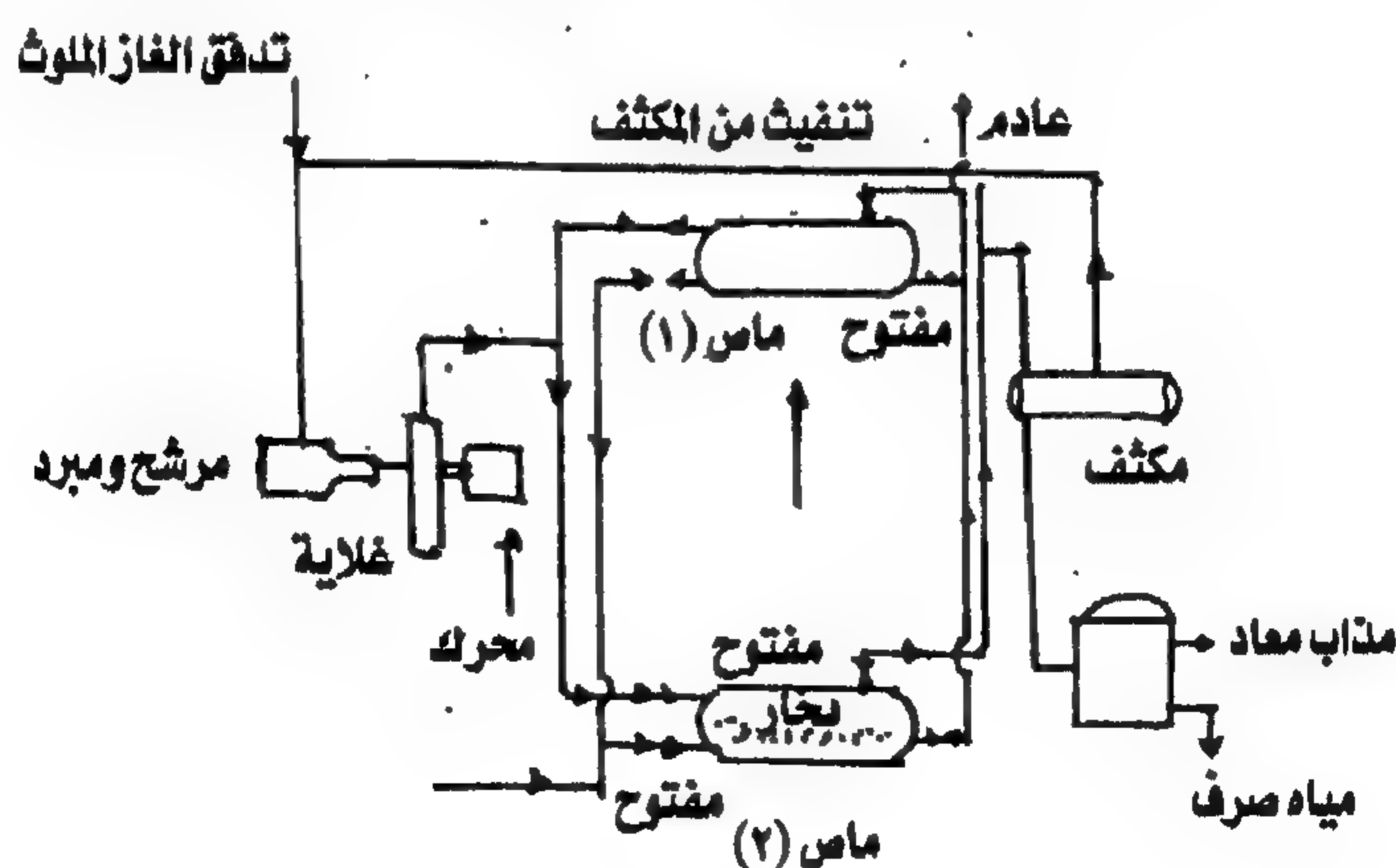
معدة الامصاص:

الأنواع المختلفة للمعدات المستخدمة فى الامصاص موضحة فى الجدول (10/4)

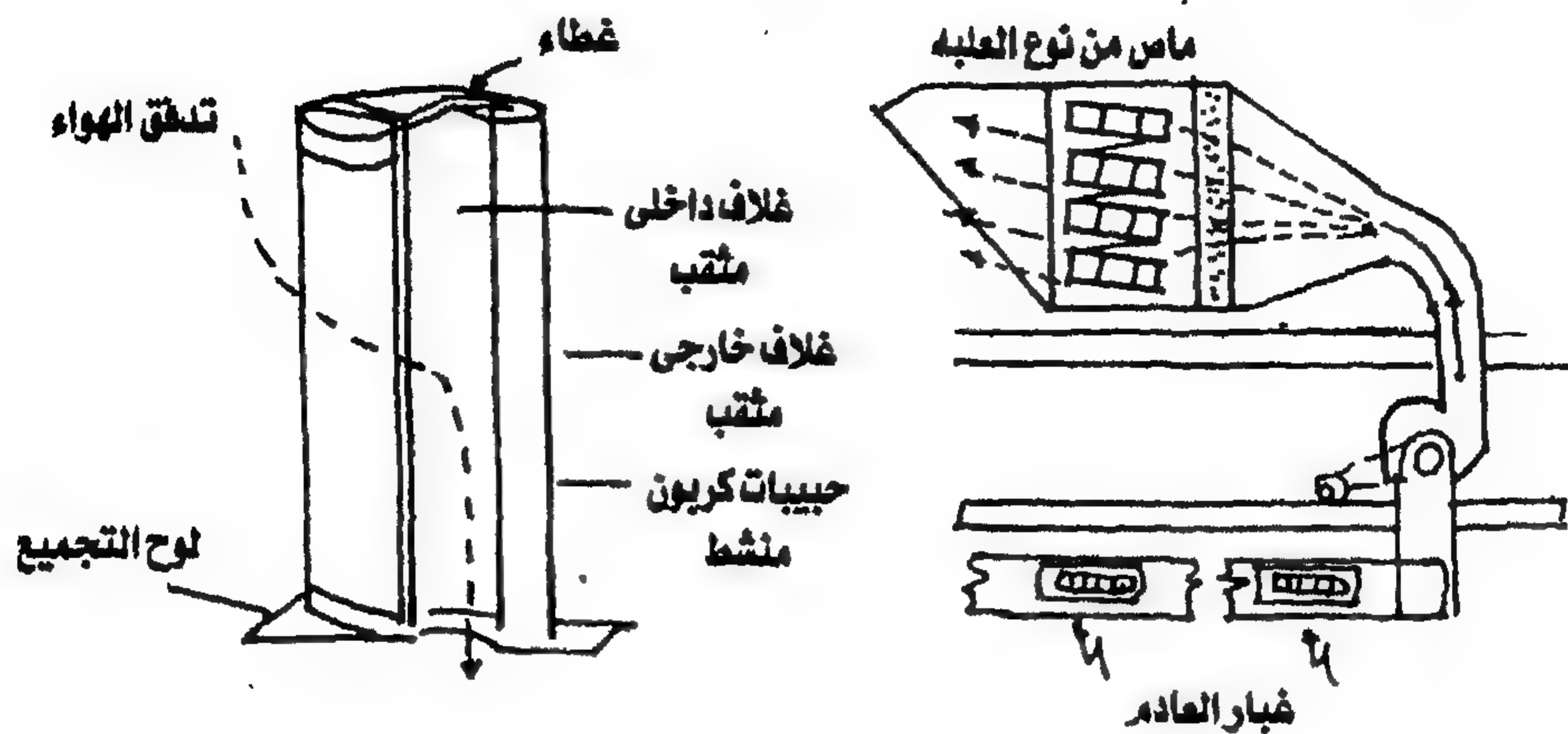
معظم نظم الامصاص من نوع دورة الطبقة الثابتة أنواع أخرى تكون من الطبقات المتحركة أو طبقة التميؤ، أو الطبقة الدوارة، أو الطبقة الساقطة.

جدول (10/4) بعض أنواع معدات الادمصاص:

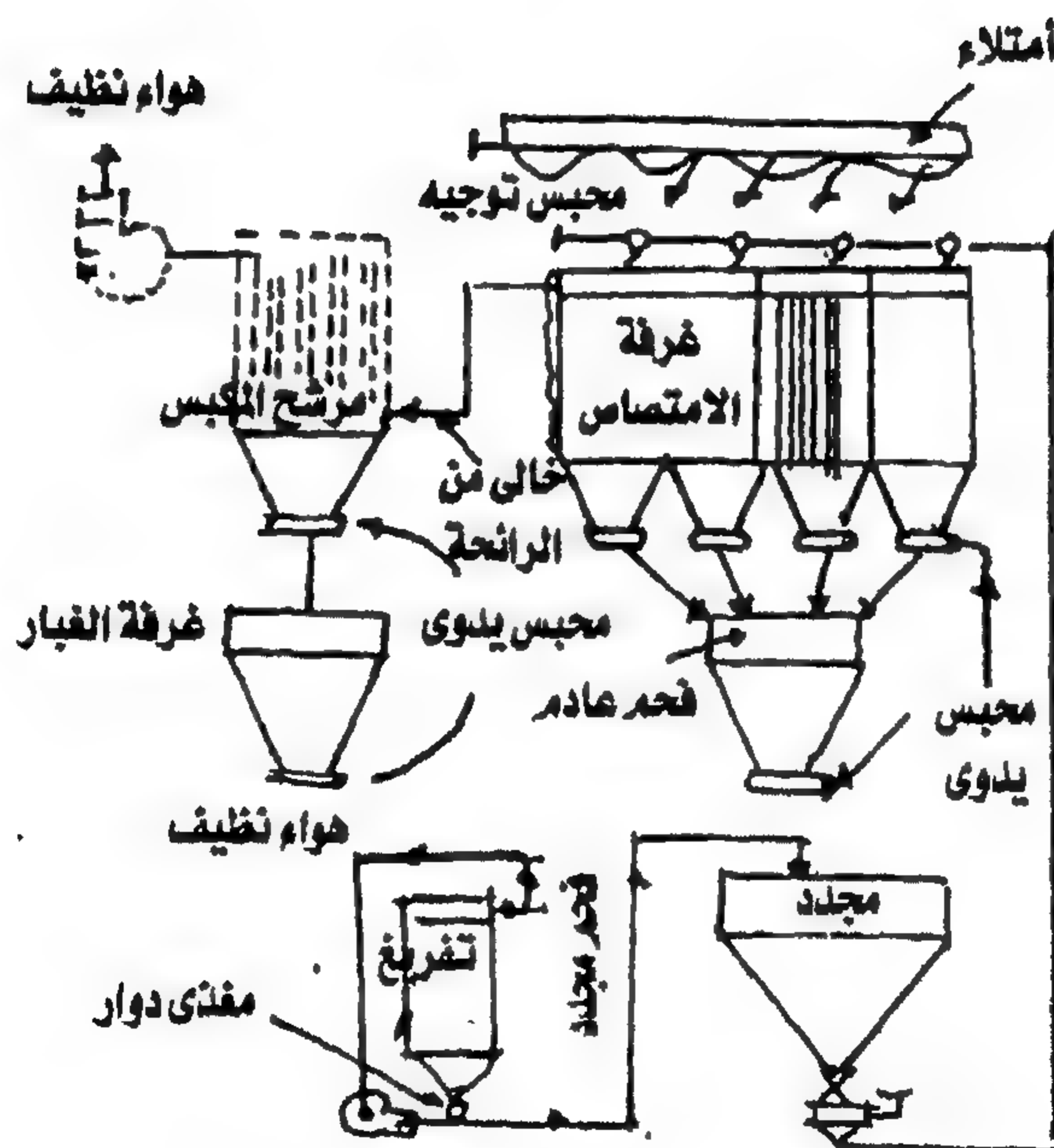
النوع	العمل والاستخدام
الخرطوشة الصغيرة التي يتم التخلص منها أو إعادة شحنها.	التدفقات الصغيرة، ذات كفاءة عندما تكون المادة الممتزة ذات تركيز قليل.
الطبقات المجددة الثابتة	عندما يكون حجم التدفق أو تركيز المادة الممتزة عالياً بما يجعل الاستعادة ذات جدوى أو عندما تكون تكلفة مادة الادمصاص عالية.
الطبقات الضحلة	في حالة الحجم الكبير للغاز مع التركيز المنخفض للملوثات
الطبقات العميقة	عند زيادة تركيز الملوث عن 100 جزء في المليون أو زيادة التدفق عن 4.7 متر مكعب/ الثانية
الطبقة المتحركة	مادة الادمصاص التي تم إعادة تجديدها يتم إضافتها باستمرار أعلا الطبقة بمعدل يحقق ثبات سمك الطبقة تتم الإزالة المستمرة لمادة الادمصاص المشبعة من قاع الطبقة وعادة تنشيطه قبل عودته إلى أعلا الطبقة، الغاز المطلوب معالجته يدخل عند القاع ويمر في اتجاه معاكس لمادة الادمصاص بطيئة الحركة. يستخدم في حالة التركيز العالي للملوثات.
طبقة التميؤ Fluidised bed	الجسيمات تزال باستمرار مع إعادة تنشيطها لاستمرار جسيمات الطبقة غير مشبعة نسبياً للاستخدام في الادمصاص للمواد العضوية.
الطبقة الدوارة Rotating Bed	لخفض كمية الكربون الجامل في النظام وتحسين استخدام الكربون.
طبقة التميؤ	الجسيمات يسمح لها بالسقوط خلال تدفقات الغاز الصاعد .



شكل (10/1)



شكل (10/2)

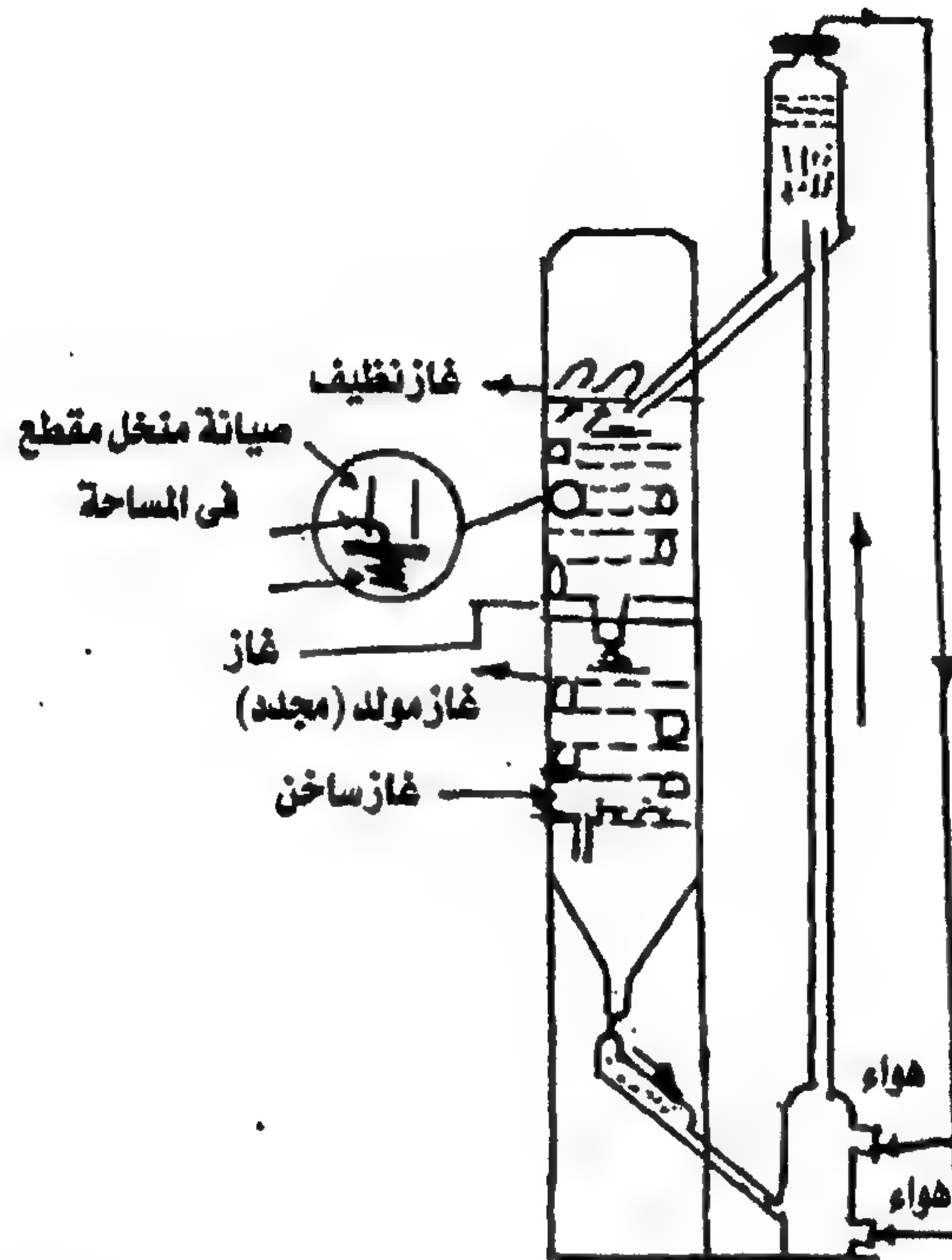


شكل (10/3) الامتصاص بالطبقة الساقطة

(REGENERATION OF ABSORBERS) إعادة تجديد مواد الامصاص

إعادة تجديد مواد الادمصاص تعتبر عملية شديدة الأهمية في الادمصاص والجزء الرئيسي للتكاليف الجارية لأي عملية ادمصاص تقع على مرحلة التجديد لمادة الادمصاص الدورات المختلفة المستخدمة لدورات التجديد - الادمصاص هي الدورة

الحرارية المتأرجحة (Thermal Swing Cycles)، دورة الضغط المتأرجحة (Pressure Swing Cycle)، دورة تنظيف وغسيل الغاز، دورات الإزاحة، الدورات المجمعة شكل (10/4).



شكل (10/4) ماص التميؤ بالإتجاه المعاكس مع التجديد

استخدام الادمصاص لأحكام انبعاث الغازات والرائحة عند المنبع:

أ- استعادة البخار في العمليات الصناعية:

معظم الاستخدامات تكون في استعادة المذيبات من تيار تدفق الهواء الخالي من الجسيمات حيث تركيز البخار يكون أعلا من 700 جزء في المليون. والكربون المنشط وجد أنه مؤثر جداً في ادمصاص مختلف المركبات العضوية.

ب- إزالة الرائحة من مصادر انبعاثها:

كثير من المواد المسببة للرائحة عند تركيزات منخفضة مثل جزء في البليون أو أقل يمكن اكتشافها، ويمكن إزالة الرائحة المنفرة لمثل هذه الغازات بالادمصاص على الأجسام الصلبة.

ج- ادمصاص CS_2, H_2S من الغاز العادم من عمليات إنتاج الفسكوز:

يمكن إزالة هذه الغازات في وحدة ادمصاص واحدة باستخدام الكربون المنشط.

د- ادمصاص الغازات المحتوية على الكبريت:

الكربون المنشط يعمل كحافز التصاق لمختلف التفاعلات لمركبات الكبريت بما فيها أكسدة H_2S إلى كبريت SO_2, SO_3 أو إلى H_2SO_4 واختزال SO_2 أو حامض الكبريتيك بواسطة H_2S لإنتاج الكبريت.

هـ- ادمصاص غازات NO_x :

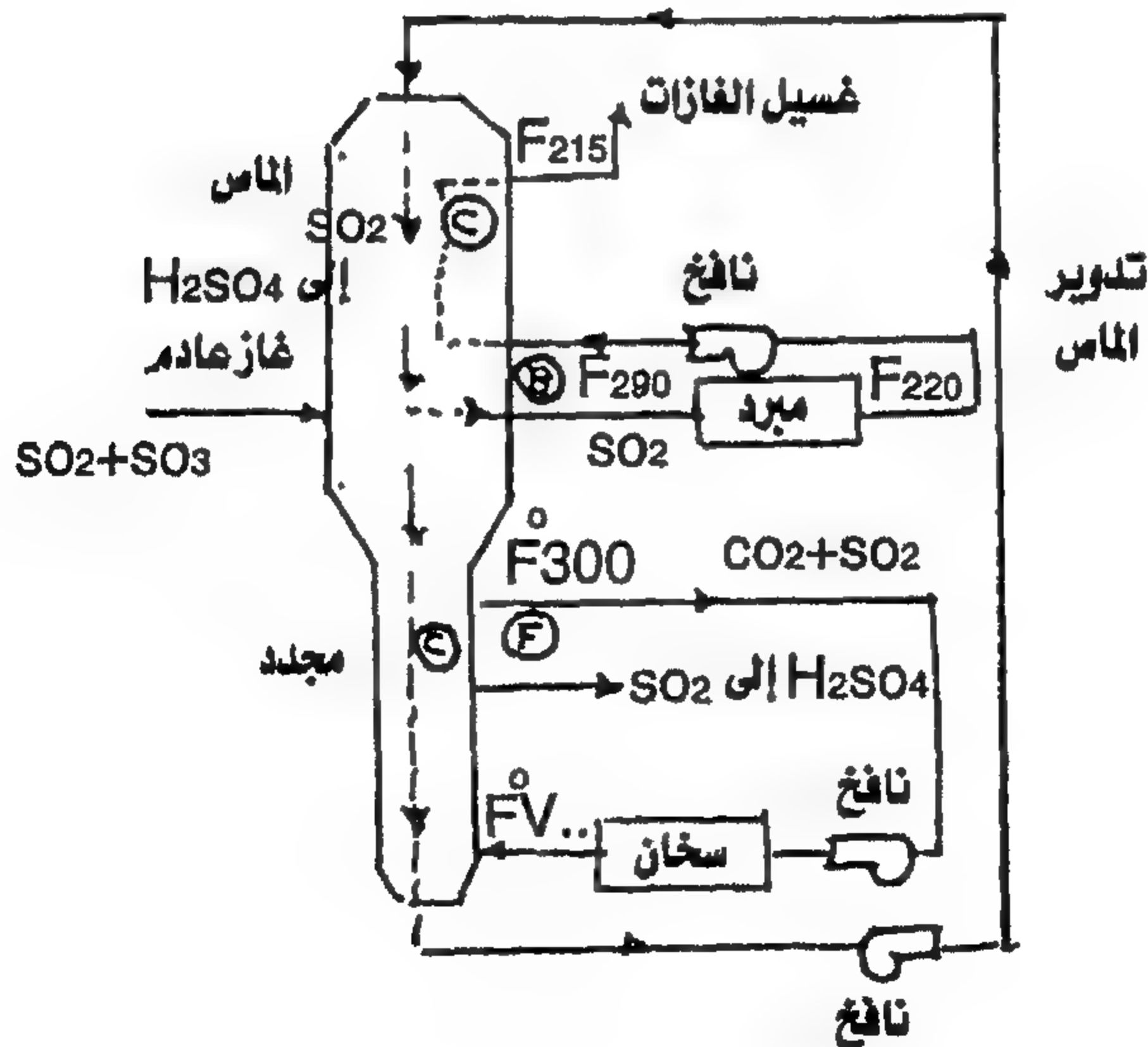
الطرق المستخدمة لإزالة NO_x من الغازات العادمة مبنية على أساس ادمصاص الطبيعي وبالعامل الوسيط.

د- ادمصاص أبخرة الزئبق:

يمكن إزالة أبخرة الزئبق باستخدام الكربون المنشط والتبادل الأيوني.

ز- أحكام انبعاث الغازات المشعة:

الادمصاص بالكربون المنشط يمكن استخدامه لمنع الغازات المشعة من المفاعلات النووية أو من المصادر الأخرى.



شكل (10/5) رينولفت

الفصل الحادي عشر

11

نظام التهوية الصناعي

Industrial Ventilation

١- عام :

فى كثير من الأنشطة الصناعية توجد حالات خطرة التى يمكن أن تؤثر على صحة وسلامة العاملين . الأبخرة والغازات من أحواض التخزين، وأحواض التصنيع والأنواع الأخرى لمعدات التصنيع. كذلك ينتج الغبار من كثر من العمليات الصناعية. رش البويات وينتج الغبار الذى يمكن أن يصل إلى أماكن العمل. توجد أربع طرق لمنع تعرض العمال للمستويات الضارة من الملوثات وهى:

- أ- استبدال العملية الخطرة بعملية غير خطيرة.
 - ب- احتواء وتغليف مصدر التلوث استخدام حاويات بدلاً من الأحواض الغير مغطاة لتخزين الكيماويات.
 - ج- تخفيف تركيز الملوثات بتوفير التهوية المناسبة للمنطقة القريبة من مصدر التلوث.
 - د- توفير غطاء تصريف (Exhaust Hood) الذى يضمن أن المواد المتسربة سوف يتم امتصاصها ولا تنتشر فى مكان العمل بالإضافة إلى الإجراءات السابقة فإن تجهيزات الحماية مثل الأقنعة يتم توفيرها للعمال عند الضرورة.
- مشكلة التهوية الصناعية تختلف عن التحكم فى التلوث لأنه فى هذه الحالة تكون الطريقة العادية للتهوية هى إزالة الملوثات من فراغ العمل بصرفها خارج الأبواب. كلا هاذين المطلبين المتناقضين يمكن تحقيقهما بإقامة تجهيزات التحكم فى التلوث قبل صرف تيار التهوية. لذلك، فإن كلا من التحكم فى التلوث الصناعى والتهوية يسيرا جنباً إلى جنب رغم أن المبادئ الهندسية فى كليهما تكون متشابهة إلى حد ما يمكن القول بأمان أن معظم الطرق المطلوبة للتحكم فى التلوث هى يجتنب إنتاج الملوثات فى مكان العمل، والذى يجعل كذلك من التهوية الصناعية عمل أكثر سهولة.

نظم التهوية:

يوجد نوعين من نظم التهوية الصناعية وهما التخفيف والصرف المحلي. فى التهوية بالتخفيف فإنه يتم خلطه الملوثات المنطلقة فى مكان العمل مع تدفقات الهواء خلال الغرفة. يمكن استخدام دخول الهواء أما بالطريقة الميكانيكية أو الطبيعية لتخفيف ملوثات الهواء.

فى نظام التصريف المحلي يتم اقتناص الملوثات عند المصدر قبل تسربها نحو مكان العمل. فى نظام التصريف المحلي يتم إزالة الملوثات وليس مجرد تخفيف الملوثات. نظام التصريف أكثر تكلفة وصعوبة فى التصميم مقارنة بنظام التخفيف.

نظم التهوية بالتخفيف:

في نظم التهوية بالتخفيف للملوثات في أماكن العمل يتم التخفيف إلى مستوى مقبول بتوفير تدفق الهواء الكافى، يمكن تقسيم التخفيف بالتهوية إلى التهوية الطبيعية والتهوية الميكانيكية.

1- التهوية الطبيعية:

التهوية الطبيعية هي حركة الهواء خلال مكان العمل بسبب الفرق فى درجة حرارة الريح الطبيعى ما بين داخل المبنى وخارج المبنى أو عوامل أخرى حيث لا يستخدم التحريك الميكانيكى للهواء.

تدفق الريح بسرعة 25 كيلومتر/ الساعة مباشرة عند النافذة مع مساحة مفتوحة مقدارها 3.3 متر مربع يمكن أن يحرك الهواء بمعدل 700 متر مكعب فى الدقيقة خلال النافذة.

2- التهوية الميكانيكية:

في التهوية الميكانيكية تستخدم وسائل ميكانيكية مثل المراوح، النافخات (Blowers)، الشفطات.. الخ للتخفيف بالتهوية أو لإزالة الهواء.

كمية تدفق هواء التخفيف المطلوب تتوقف على:

- معدل الملوثات المنطلق.
- سمية الملوث وقابليته للاشتعال.
- تركيزات حمل الهواء المقبولة.
- الكفاءة النسبية لإجمالى حجم الهواء المتدفق خلال المساحة. حجم الغرفة لا يتم استخدامه لحساب متطلبات التخفيف لأن تدفقات الهواء لهذا النظام ليست مبنية على تغيرات هواء الغرفة فى الساعة كما هو المستخدم عادة فى تهوية التصريف للراحة العامة.

التخفيف بالتهوية للصحة:

الجدول الآتى يوضح التخفيف بالتهوية للملوثات السامة

معدل تدفق هواء التخفيف للملوثات السامة والمسببة للإثارة والمضايقات:

$$Q = \frac{FPWK}{ML} \times 10^4$$

حيث :

Q = تدفق هواء التخفيف متر مكعب/ الدقيقة.

W = كمية السائل المستخدمة في الفترة الزمنية.

F = معامل التركيز للوحدات W

P = الجاذبية النوعية للسائل.

M = الوزن الجزيئي للملوثات.

L = التركيز المقبول للملوثات في الهواء بالجزء في المليون.

K = معامل أمان لزيادة تدفق الهواء المحسوب عادة K تتراوح ما بين 3-10 طبقاً لعدد العمال.

جدول (11/1) الخطوط الإرشادية للسمية للتخفيف بالتهوية.

تركيز الملوثات في الهواء جزء في المليون	درجة السمية
أكبر من 500	سمية خفيفة
500 - 100	سمية متوسطة
أقل من 100	سمية شديدة

التخفيف لمقاومة الحريق:

كذلك يتم تبني التخفيف في الغازات القابلة للاشتعال أو القابلة للانفجار، وكذلك للأبخرة والغبار إلى المستوى الآمن دون حدود الانفجار الدنيا للغازات والأبخرة والغبار . التخفيف يجب أن يتم قبل وصول الهواء الملوث أى مصدر للاشتعال.

معدل تدفق الهواء لمنع حدوث الاشتعال / الانفجار هي :

$$Q = \frac{F.P.W.C}{LELMB} \times 100$$

حيث :

W = كمية السائل القابل للاشتعال المستخدم في الفترة الزمنية.

F = معامل التحويل للوحدات.

C = معامل يتوقف على نسبة (LEL) المئوية للحالة الآمنة.

M = الوزن الجزيئي للملوث.

LEL = حد الانفجار الأدنى لنسبة الملوثات

(Lower Explosive Limit Of Contaminant Percent)

B = ثابت يعكس أن (LEL) يقل عند درجة الحرارة العالية.

$P =$ واحد لدرجة حرارة حتى 250 درجة فهرنهايت.

$= 0.07$ لدرجة حرارة أعلا من 280 درجة فهرنهايت.

وضع نظام التخفيف بالتهوية :

نظام التخفيف يعمل في أفضل حالاته عندما يكون مدخل الهواء ومروحة السحب موضوعين بما يمكن من تدفق الهواء الكثير خلال منطقة انطلاق الملوث، حيث الهواء الذى يمر خلال المنطقة يمكن من التخفيف الفورى للملوثات إلى المستويات الآمنة. نظام الإمداد بالهواء بالنافحات ومخارج الهواء قرب منطقة العمل لتوفير الكمية الصحية من الهواء عند المكان الصحيح.

يتم التنظيف بما يمكن من حركة الهواء من الأنظف إلى المساحة المستهدفة توضع المروحة بحيث أن وحدة الهواء التى تطلق الملوثات تكون أقرب ما يمكن من المراوح.

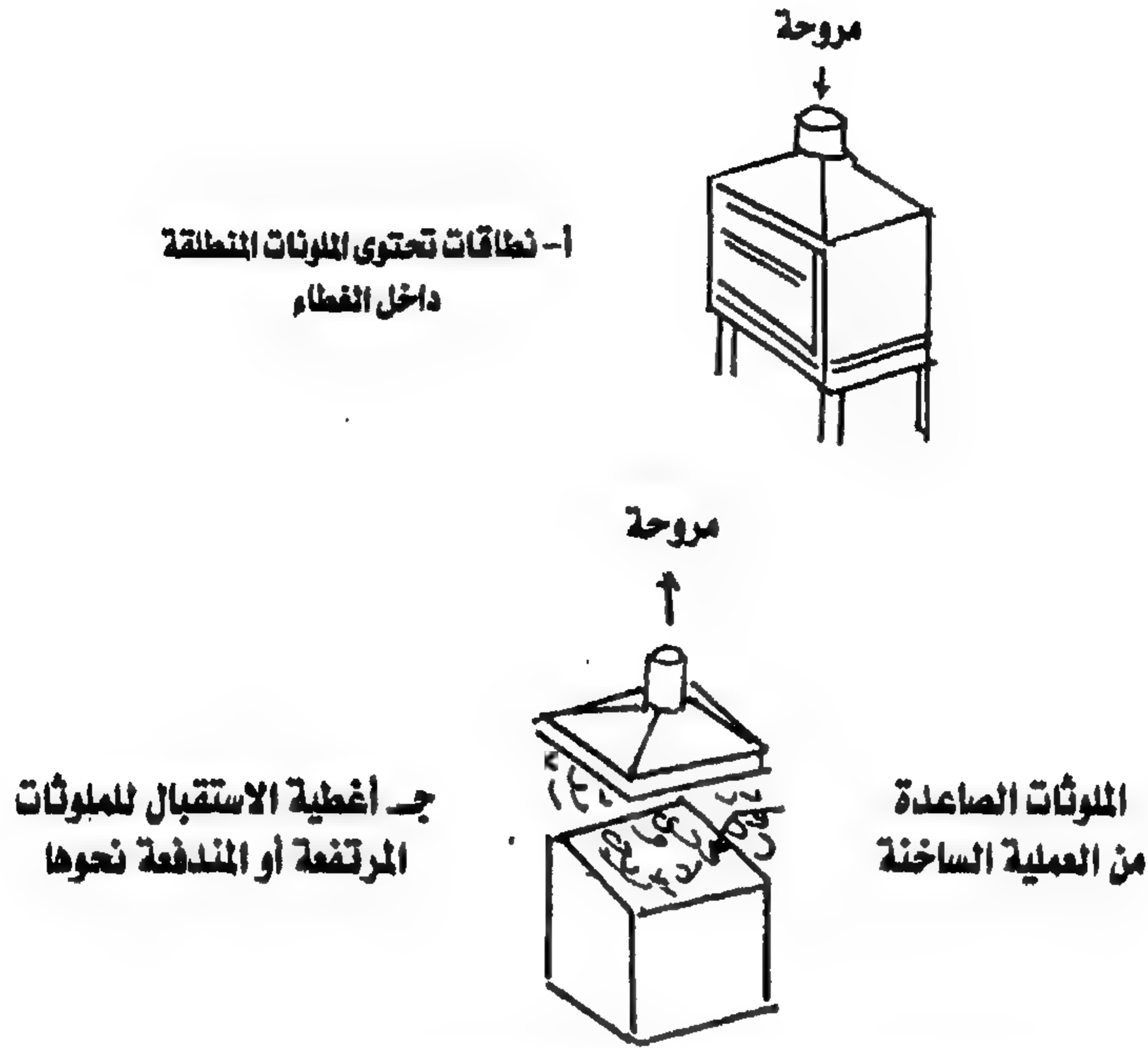
الاختيار المناسب للغطاء أو السقف PROPER HOOD SELECTION

الغطاء يعتبر جزء هام من نظام التهوية لا يوجد نظام تصريف محلى يعمل جيداً بدون الاحتجاز الكافى للملوثات أو حبسها بواسطة الأغشية بما يمكن من أن تكون الملوثات فى هواء غرفة العمل أقل من الحدود المقبولة كلاً من تصميم ووضع الأغشية لهم أهمية فى إمكانية عمل النظام من عدمه.

أنواع الأغشية المختلفة:

توجد ثلاث أنواع من الأغشية التى تعمل طبقاً لمبادئ مختلفة:

1. الأغشية المقفلة: وهذه تحيط بمصادر التلوث ما أمكن ذلك. الملوثات تظل داخل الغلاف من خلال تدفق الهواء إلى الخارج خلال فتحة فى الغطاء.
2. الأغشية المستقبلية: العملية خلال تدفق الملوثات فى اتجاه معين، مثال: الفرن الذى يبعث التيار الساخن من الهواء والغازات التى ترتفع فوق الوحدة. الغطاء المثالى لهذا النوع هو وضع الغطاء بحيث أنه يمكن بالملوثات التى تقذف فيه.
3. الأغشية المقتنصة (Capturing): الأغشية التى تقتنص الملوثات التى تصل إليها فى غرفة العمل. يتم حساب تدفق الهواء نحو الغطاء لتوليد سرعة اقتناص كافية فى المساحة الهوائية أمام الغطاء. سرعة الاقتناص المطلوبة تتوقف على كمية وحركة الملوثات والهواء الملوث.



الأنواع المختلفة للأغطية موضح في الشكل (11/1)

شكل (11/1) الثلاث أنواع من الأغطية النطاقات / أغطية الاقتصاص /
أغطية الاستقبال

منظف الهواء : (AIR CLEANER)

الهواء العادم من نظام التهوية يجب أن يتم تنظيفه قبل حرقه في الجو. توجد تجهيزات تنظيف الهواء المختلفة مثل، المرشحات النسيجية، الترسيب الكهروستاتيكي، الغسيل الرطب، السيكلونات وتلك مستخدمة على نطاق واسع لفصل الملوثات من تدفقات الغاز. اختيار تجهيزة النظافة يتوقف على طبيعة الملوث، سميته، وكميته.

مراوح التصريف: (EXHAUST FANS) (الشفط)

المراوح تكون مطلوبة لتحريك الهواء في نظام التهوية. المراوح تولد الامتصاص في النظام الذي يسحب الهواء الملوث في خلال الأغطية. المراوح لها بعض المرونة في الإنشاء نظراً لأن طاقتها تزداد مع زيادة سرعة المروحة، هذا يزيد كذلك من استهلاك المروحة للطاقة اختيار المروحة الصحيحة لنظام التهوية يلزم توفير المعلومات الآتية:

1. حجم الهواء اللازم إزالته.
2. الضغط الاستاتيكي للمروحة.
3. نوع وتركيز الملوث في الهواء.
4. أهمية مستويات الصوت كعامل حدى.

حجم المروحة (الشفاط) فى نظام التهوية يجب أن يتم توصيفه بواسطة كل من التدفق الحجمى للهواء (متر مكعب/ الدقيقة) والضغط الاستاتيكي للمروحة (فى سم من الماء) كلا هذين العاملين توصف مقدار الهواء الذي يمكن للمروحة أو تحركه مقابل المقاومة أو نظام الضغط الاستاتيكي للنظام

الضغط الاستاتيكي يقدر بالآتى:

الضغط الاستاتيكي للمروحة (FSP (Fan static Pressure

الضغط الاستاتيكي للمروحة = الضغط الاستاتيكي عند مدخل المروحة + الضغط الاستاتيكي عند مخرج المروحة - سرعة الضغط عند مدخل المروحة، سم ماء .

$$FSP = SP_{inlet} + SP_{outlet} - VP_{inlet}$$

سرعة الضغط:

سرعة الضغط هى كمية الطاقة الحركية فى الهواء المتحرك وعلاقتها بالسرعة كالآتى:

$$VP = \left(\frac{V}{4005} \right)^2$$

حيث :

$$VP = \text{سرعة الضغط} / \text{سم}$$

$$V = \text{السرعة متر} / \text{الدقيقة}$$

المجاري الهوائية: (DUCTS)

قطر وطول المجارى الهوائية يعتبر عامل هام فى تصميم نظام التهوية، قطر وأعداد مجرى التهوية ونوع الانحناءات تؤثر على مقاومة شبكة المجارى الهوائية - فى النظم ذات الأغشية المتعددة، التصميم الذى ينتج عنه مقاومة عالية فى فرع واحد سوف يتداخل مع تدفق الهواء خلال كل النظام.

مداخل التصريف: (EXHAUST STACKS)

مدخنة التصريف على نظام التهوية تحقق هدفين، فهي تساعد في نشر الملوثات في تدفق العادم بالصرف للهواء فوق مستوى السقف، كما تحسن من أداء المروحة نظراً لأن عدم تساوي توزيع السرعة عند مخرج المروحة يسبب سرعة ضغط عالي عند المخرج. هذا الضغط العالي يمكن أن يسبب الفقد العالي في الصرف في حالة عدم وجود مدخنة على المروحة كل النظام يجب أن يكون لديه على الأقل مدخنة قصيرة مستطيلة عند المروحة. المدخنة العالية تصرف بسرعة (1000 متر/ الدقيقة أو أعلا) وتساعد في تشتت الملوثات نظراً لأن أداء نافورة الهواء يمكن أن يزيد من تأثير ارتفاع المدخنة تحت حالات الريح القاسية.

الفصل الثاني عشر

12

إزالة الغاز السام

١- عام :

الملوثات الغازية يمكن إزالتها من تدفقات الغاز بأسلوب محكم وذلك بالامتصاص الطبيعي أو الكيماوى. الغازات الملوثة يتم امتصاصها انتقائياً في المذيب السائل. يتم اختيار المذيب السائل بحيث أن يكون غير مكلفاً وأن تكاليف التشغيل تكون منخفضة وكذلك يمكن استعادته بسهولة. امتصاص الغاز هو العملية التى فيها خليط الغاز يتم التصاقه مع السائل بغرض إذابة تفضيلية لواحد أو أكثر من المكونات وتوفير محلول منهم في السائل. فمثلاً، الغاز المنتج الثانوى من أفران الكوك يتم غسيله بالماء لإزالة الأمونيا ثم بالزيت لإزالة أبخرة البنزين والتولوين. كبريتيد الهيدروجين المنفر تتم إزالته من هذا الغاز أو من الغازات الطبيعية من الهيدروكربونات بالغسيل بمختلف المحاليل القلوية التى يتم امتصاصها فيها.

اختيار المذيب:

الماء هو المذيب الغير مكلف ولكن الخواص الآتية هى من الاعتبارات الهامة:

أ- إذابة الغاز:

إذابة الغاز يجب أن تكون مرتفعة، بذا يزداد معدل الامتصاص وخفض كمية المذيب المطلوبة. عموماً، المذيبات ذات الطبيعة الكيماوية التى تشبه المادة المطلوب إذابتها (Solute) توفر إذابة جيدة. لذلك فإن زيت الهيدروكربونات وليس الماء تستخدم لإزالة البنزين من غاز فرن الكوك.

التفاعل الكيماوى بين المذيب والمذاب ينتج عنه أحياناً إذابة عالية جداً للغاز ولكن في حالة أن المذيب يجب استعادته وإعادة استخدامه فإن التفاعل الكيماوى يجب أن يكون تفاعلاً عكسياً فمثلاً، كبريتيد الهيدروجين يمكن إزالته من خليط الغاز باستخدام محلول إيثانولامين (Elthanolamine) نظراً لأن السلفيد يمتص بسرعة عند درجات الحرارة المنخفضة ويسهل تجريده (Stripped) عند درجات الحرارة العالية. الصودا الكاوية تمتص كبريتيد الهيدروجين ولكن لا تطلقه في عملية التجريد.

ب- قابلية التطاير: (Volatility)

المذيب يجب أن يكون له ضغط بخار منخفض نظراً لأن الغاز الذى يترك عملية الامتصاص يكون طبيعياً مشبعاً بالمذيب ولذلك فإنه يمكن أن يتم فقد الكثير. عند الضرورة، يمكن استخدام سائل ثانى أقل تطايراً لاستعادة الجزء المتبخر من الأول. يتم ذلك أحياناً، مثلاً، في حالة ماصيات الهيدروكربون حيث يستخدم زيت مذيب متطاير نسبياً في الجزء الرئيسى للماص بسبب خاصية التفوق في الإذابة وأن المذيب المتطاير يتم استعادته من الغاز بواسطة زيت غير متطاير. بالمثل يمكن امتصاص

كبريتيد الهيدروجين بواسطة محلول فينولات الصوديوم المائية، ولكن، الغاز المزال منه الكبريت يتم غسيله بالماء بعد ذلك لاستعادة الفينول المتبخر.

ج- العدوانية: (Corrosiveness)

مادة الصنع للمعدة يجب أن تكون مقاومة للتآكل وغير مكلفة.

د- اللزوجة:

اللزوجة المنخفضة مفضلة بسبب سرعة معدل الامتصاص.

هـ- كذلك يجب أن يكون المذيب غير سام، غير قابل للاشتعال، وثابت كيميائياً،

وأن تكون نقطة تجمده منخفضة.

جدول (12/1) كيمائيات الامتصاص العادية للملوثات الغازية:

الملوثات الغازية	كيمائيات الامتصاص
HCL, HBr, HF	الماء
كبريتيد الهيدروجين H ₂ S	محلول الأمونيا، داي إيثانول أمين، أيدروكسيد صوديوم
ثاني أكسيد الكبريت SO ₂	أيدروكسيد الصوديوم، صوديوم سلفايت (NO ₂ SO ₃)، محلول الصودا آش، محلول الأمونيا، محلول ردة الجير المطفأ، محلول داي صوديوم فوسفيت، كربونات الليثيوم، كربونات البوتاسيوم
الأحماض العضوية	أيدروكسيد الصوديوم
الفينولات	أيدروكسيد الصوديوم
الفوسجين	أيدروكسيد الصوديوم، الماء
الكلور	أيدروكسيد الصوديوم، صوديوم سلفيت، صوديوم ثيوسلفيت
الميركبتينز Marcaptaines (مركبات الكبريت)	محلول هيبوكلوريت الصوديوم
الأمونيا	الماء، حامض الكبريتيك، حامض النيتريك
الأمينات Amines	حامض الكبريتيك.

الاختيار بين كيمائيات الامتصاص السابق ذكرها بالنسبة لغاز معين يتوقف على

تركيز الملوث والمنتج النهائي المطلوب.

اختيار المعدة:

الغرض من المعدة المستخدمة في عمليات الغاز - السائل هو لتوفير الالتصاق

الجيد لكلا المائعين للسماح بالتسرب الداخلي للمكونات. معدل انتقال المادة يتوقف على

سطح التلامس المعرض بين المجالين، وطبيعة ودرجة انتشار أحد الموائع في الآخر يعتبر ذو أهمية كبيرة. المعدة يمكن تصنيفها طبقاً لمبدأ عملها الرئيسي، وهو أما لانتشار وتشتت الغاز أو السائل، رغم أنه في كثير من التجهيزات كلا المجالين يصبح منتشرًا ومشتتًا.

أ- تجهيزات انتشار الغاز:

تشمل هذه المجموعة تلك التجهيزات مثل الأوعية التي تعمل بالتقليب أو بدون تقليب والأنواع المختلفة لأبراج الصواني (Tray Towers) حيث فيه يتم انتشار مجال الغاز إلى فقاعات أو رغاوى. أبراج الصواني هي الأكثر أهمية نظراً لأنها تنتج التيار المعاكس، الالتصاق متعدد المراحل.

ب- تجهيزات انتشار السائل:

هذه المجموعة تشمل التجهيزات التي فيها يتم التشتت السائل إلى طبقات رقيقة من النقاط، مثل حائط الأبراج المبللة، الرشاشات، أبراج الرش، مختلف أبراج الحشو (Packed Towers).. الخ أبراج الحشو هي الأكثر أهمية في هذه المجموعة.

عمليات الامتصاص:

الاستخدام الهامة للتحكم في الغاز العادم قبل الصرف في الهواء الجوي هو الامتصاص SO_2 المنبعث من محطات الطاقة لحرق الفحم (حوالي ثلثي الانبعاث) ومن حرق الوقود في العمليات الصناعية، وفي صناعة حامض الكبريتيك، وفي عمليات صهر المعادن الغير حديدية.

الجدوى الاقتصادية والتقنية لعملية إزالة SO_2 تعتمد على نوع وكمية مشاكل معالجة الغاز الخارج.

يوجد نوعين من مشاكل معالجة الغاز الخارج وهما :

مشكلة إزالة SO_2 من الغازات العادمة لمحطات الطاقة. الغازات العادمة لمحطات الطاقة تحتوي عموماً تركيزات منخفضة من SO_2 (أقل من 5% بالحجم) ولكن، الانبعاث بمعدلات تدفق حجمية كبيرة. فمثلاً، محطة طاقة تعمل بالفحم المحتوى على 2% كبريت (بالوزن) سوف تنتج 40000 كجرام من SO_2 من كل 106 طن من الفحم. النوع الآخر من مشاكل معالجة الغاز الحامل لثاني أكسيد الكبريت هو الناتج من التدفقات المحتوية على تركيزات عالية نسبياً وعند معدلات تدفق منخفضة، والتدفقات

من هذا النوع كما في حالة عمليات الانصهار، حيث يكون تركيز الانبعاث محتوياً على حوالى 10% SO_2 بالحجم.

في هذا المجال سوف يتم التركيز على مشكلة إزالة SO_2 من الغاز العادم من محطات الطاقة. المعالجة تكون مبنية على ما يتم مع امتصاص SO_2 أو تفاعله، حيث تصنف العمليات إلى الآتى:

• عملية التخلص (Throw away)

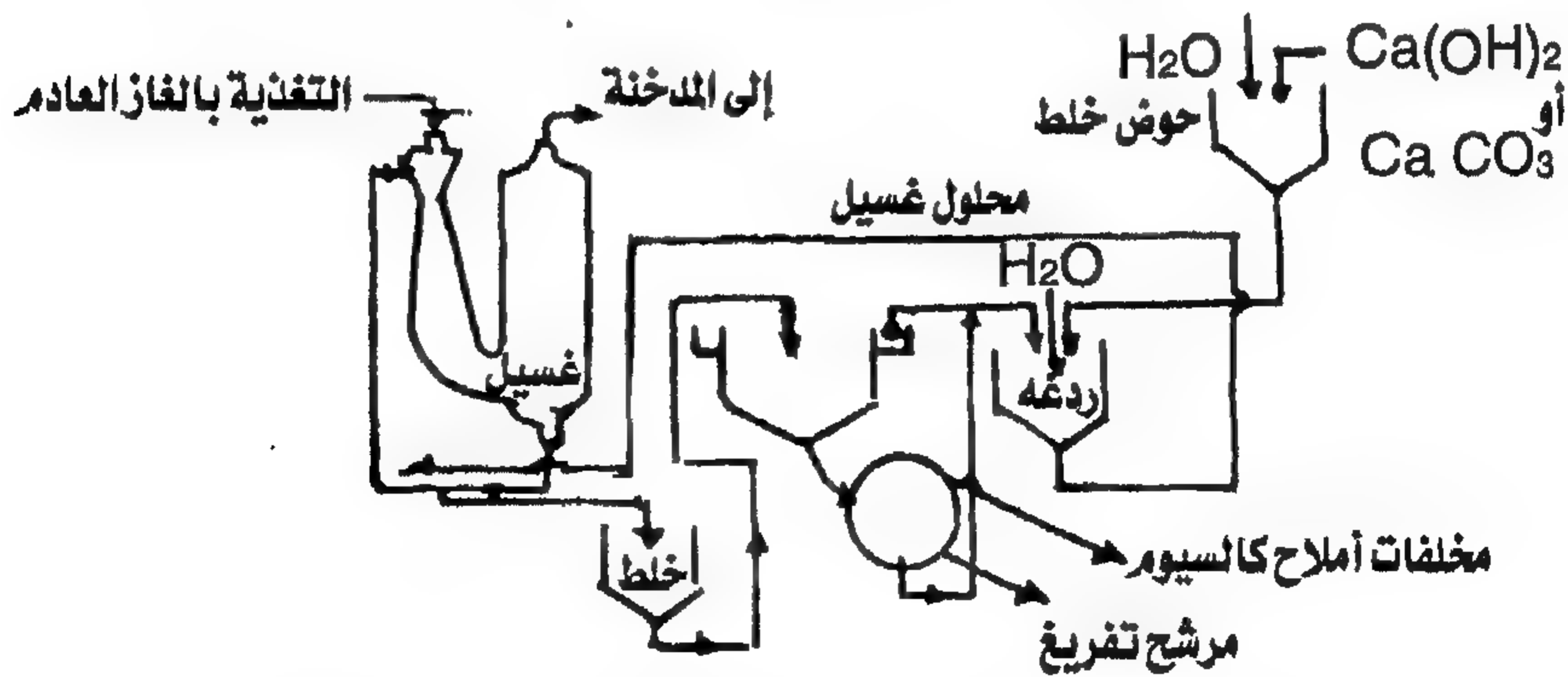
• عملية التجديد (Regenerative)

عملية التخلص:

عملية التخلص الشائعة تتضمن الجير المطفى والحجر الجيرى > تقريباً 75% من نظم إزالة الكبريت تستخدم ردة الجير المطفى $Ca(OH)_2$ أو ردة الحجر الجيرى $(CaCO_3)$ كسائل غسيل. في هذه العملية يتفاعل SO_2 مع ردة الحجر الجيرى أو الجير المطفى مكوناً حمأة $CaCO_3 / CaSO_4$ التى يجب التخلص منها في حفر الردم. معظم عمليات غسيل الغاز العادم لإزالة الكبريت قادرة على خفض انبعاثات SO_2 بحوالى 90%.

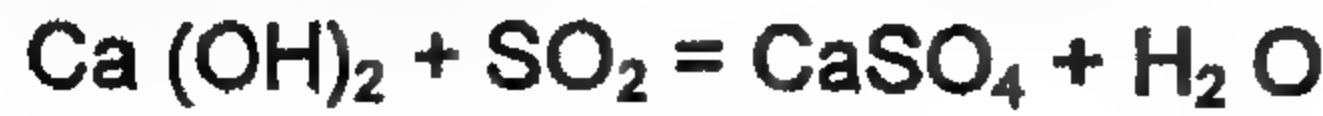
المعدة:

مجففات الرش (Spray Driers) هي الوحدات حيث الغازات العادمة الساخنة تلتصق مع الرش الرقيق، الرطب، القلوى الذى يمتص SO_2 . درجة حرارة الغاز العادم (150-300 م°) تبخر الماء من الرشاشات تاركة منتج جاف الذى يمكن جمعه في وعاء (Bag house) المرسب الكهروستاتيكي شكل (12/1)



شكل (12/1) ردة الجير المطفى أو الحجر الجيرى للغسيل

التفاعلات هي كالاتى:



لكربونات الكالسيوم

للجير المطفى

المميزات:

- استخدام مادة غير مكلفة نسبياً.
- إنتاج مادة يمكن التخلص منها.

العيوب:

- الترسيبات على المعدة بما يسبب ارتفاع تكاليف الصيانة.
- اعتمادية أقل بسبب الترسيبات مقارنة بالعمليات الأخرى.

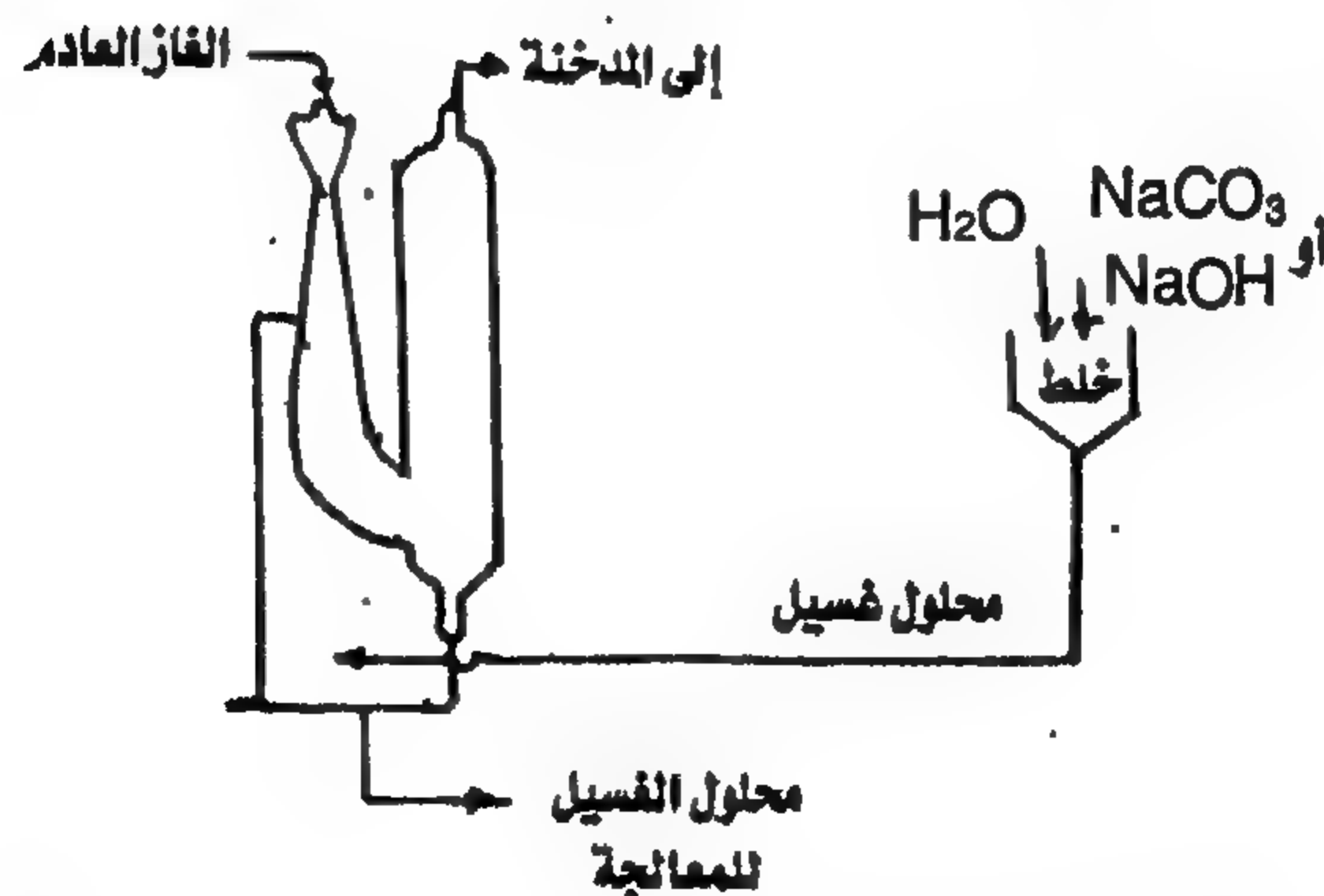
الغسيل بمحلول الصوديوم (بدون تجديد):

المشكلة الرئيسية لكل من الجير والجير المطفى هي الترسيبات والانسدادات داخل وحدة الغسيل. النظام القلوى المزدوج يلغى هذه المشكلة. يتم رش محلول من كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) / أيدروكسيد الصوديوم (NaOH) في البرج. SO_2 يتم امتصاصه ومعادلته في المحلول، نظراً لأن كلا من NaCO_3 ، SO_4 ، No_2 يذوبا في الماء، فإنه لا تحدث ترسيبات في وحدة الغسيل.

التفاعلات كالاتى:



تفاصيل العملية موضح في الشكل (12/2)



شكل (12/2) الغسيل بمحلول الصوديوم (بدون تجديد)

مميزات العملية:

- أ- أداء يمكن الاعتماد عليه تماماً.
- ب- تحويل SO_2 إلى مخلفات سائلة التي يسهل التخلص منها أو معالجتها.
- ج- هذه العملية يمكنها إزالة حوالي 100% من SO_2 في الغاز العادم.

العيوب:

- أ- تتطلب استخدام كيماويات مكلفة نسبياً.
- ب- مناسبة للغازات ذات التركيز المنخفض من SO_2

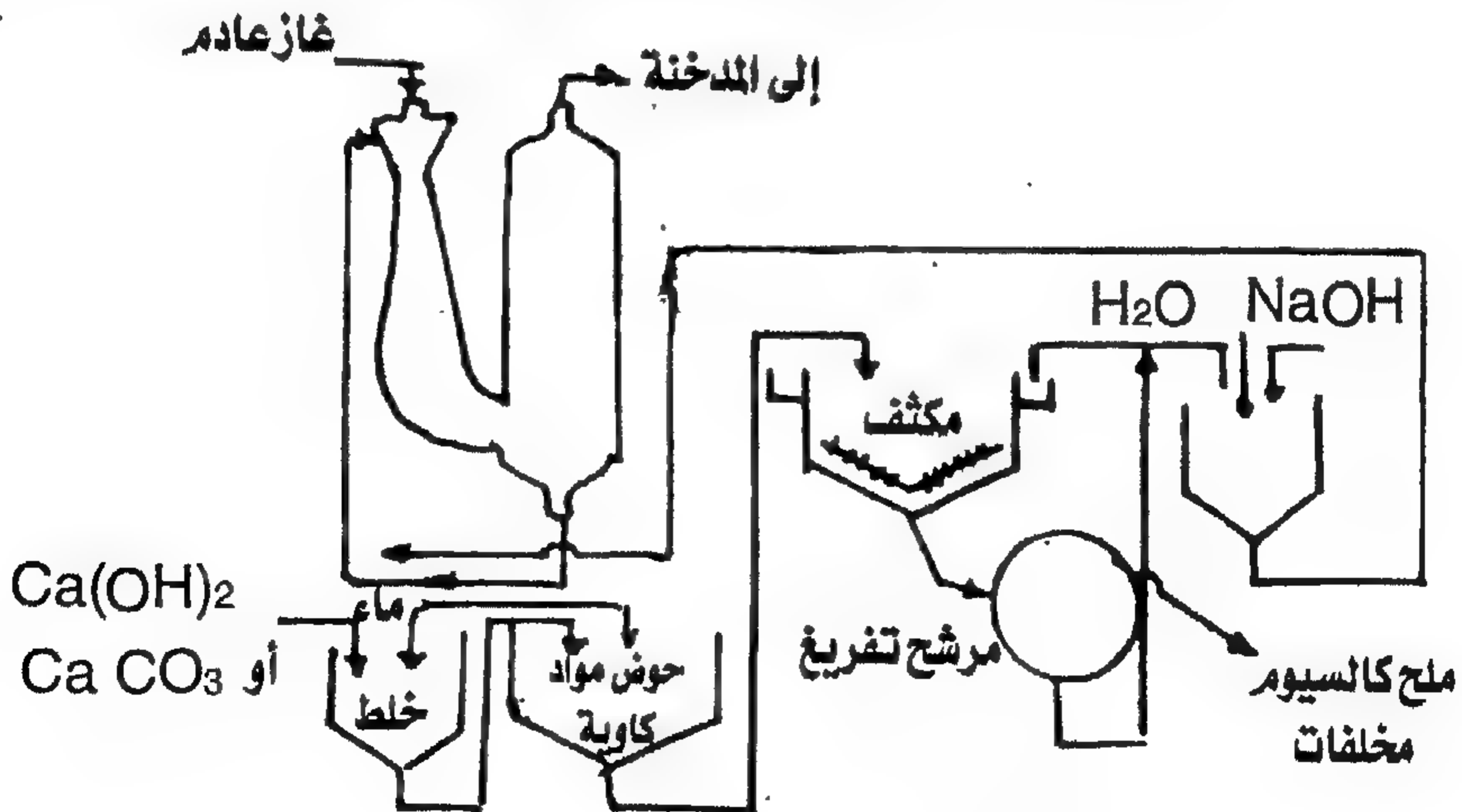
غسيل محلول الصوديوم (مع التجديد):

هذه العملية تشبه غسيل محلول الصوديوم بدون تجديد عدا أن امتصاص المنتج الثانوي SO_2 سلفيت الصوديوم ($Na_2 SO_3$) يتفاعل مع الجير المطفى أو الحجر الجيري. سلفيت الصوديوم يتحول ثانياً إلى الحالة الأصلية مع ترسيب الكبريت الممتص في شكل سلفيت الكالسيوم ويتم تجديد ($NaOH$) الشكل (12/3)

التفاعلات كالاتي:



(الحجر الجيري)



شكل (12/3) الغسيل بمحلول الصوديوم مع التجديد

المميزات:

- يمكن الاعتماد على هذه الطريقة، لا توجد ترسيبات.
- تكلفة أقل مقارنة بالطريقة السابقة مع زيادة حجم وتركيز SO_2 في الغاز العادم.
- سهولة التخلص من المخلفات الصلبة التي يمكن عزلها بسهولة.

العيوب:

- أكثر تعقيداً مقارنة بطريقة محلول الصوديوم بدون تجديد.

الغسيل بأكسيد المغنسيوم:

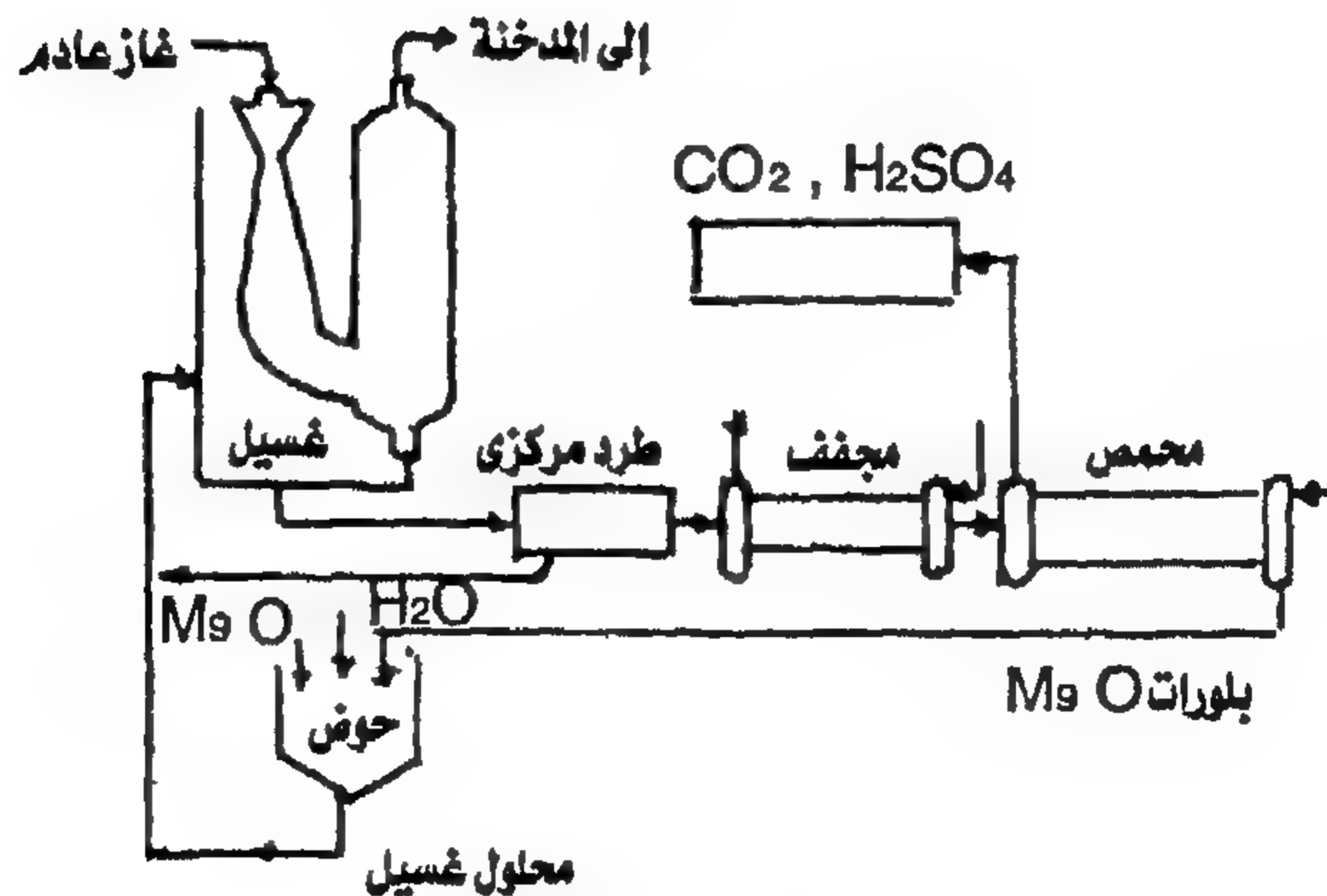
في هذه العملية يتم تفاعل ردة (MgO) مع SO_2 لتكوين سلفيت المغنسيوم الغير مذاب حيث يتم الفصل في وحدة الطرد المركزي وعودة السائل إلى دورة الغسيل والقشور الصلبة المحتوية على سلفيت المغنسيوم المائي، MgO الذي لم يتفاعل إلى المجفف. سلفيت المغنسيوم اللامائي والأكاسيد يتم عندئذ إرسالهم إلى وحدة التحميص حيث ينطلق كلا من MgO ، SO_2 يتم استخدامه أما لإنتاج حامض الكبريتيك أو منتجات كبريت أخرى، MgO يعود إلى وحدة الغسيل الشكل 12/4.

التفاعلات كالاتي:



مميزات هذه العملية:

1. لا يوجد منتج ثانوي.
2. استخدام SO_2 في الحال.



شكل (12/4) أكسيد المغنسيوم للغسيل

العملية الرطبة المتزامنة SO_x / NO_x (إزالة الملوثات)

رغم أن عمليات إزالة NO_x لا تتم كلية باستخدام عمليات NO_x ، فإن عمليات SO_x / NO_x المتزامنة يمكن أن تكون منافسة مع طريقة إنشاء الأحكام لـ NO_x الجاف يليه أحكام SO_2 بواسطة أحكام الغاز بإزالة الكبريت. النظم الأولية المتزامنة الرطبة SO_x / NO_x تسمى عمليات الأكسدة/ الامتصاص/ الاختزال الناتجة عن نظام إزالة الكبريت من الغاز العادم. نظراً لأن NO يكون غير مذاب نسبياً في المحاليل المائية، فإن المجال الغازي المؤكسد مثل الأوزون (O_3) أو ثاني أكسيد الكلور (ClO_2) يتم حقنه قبل الغسيل لتحويل NO إلى NO_2 القابل للذوبان في الماء. الممتص عندئذ يكون مع SO_2 أيون السلفيت الذي يختزل جزء من NO_x الممتص إلى N_2 . المتبقى من NO_x تتم إزالته من مياه الصرف كأملاح نترات، بينما أيونات السلفيت المتبقية تم أكسبتها إلى الكبريتات بالهواء وتزال في شكل الجبس. عمليات الأكسدة/ الامتصاص، الاختزال لديها القدرة على إزالة 90% لكل من SO_x ، NO_x من غازات الاحتراق العادمة.

الفصل الثالث عشر

13

خصائص عمليات تنقية المياه واستعمالاتها

إزالة الملوثات لإعداد المياه من مختلف المصادر لمختلف الاستخدامات:

الملوثات في المياه مهما كان مصدرها، تكون في أربع صور رئيسية، وهى مواد عالقة عضوية أو غير عضوية ومواد مذابة عضوية أو غير عضوية وغازات مذابة وكائنات حية ودقيقة. ولكن ليست كل مصادر المياه تحتوى على كل هذه الملوثات، وكذلك ليست كل عمليات التنقية للاستخدامات المستقبلية للمياه تبنى على أساس التخلص من كل الملوثات الموجودة في المصدر المائي. فالمياه من المجارى السطحية العذبة تكون الملوثات فيها هى المواد الصلبة العالقة وهذه أساساً مواد غير عضوية، وكذلك توجد بها كائنات حية دقيقة مسببة للأمراض البائية. في حالة تنقية هذه المياه من المصادر السطحية العذبة لاستخدامها في أغراض الشرب والاستخدام المنزلى فإن خطة التنقية تبنى على أساس التخلص من المواد الصلبة العالقة والكائنات الحية الدقيقة والوصول بنوعية المياه إلى المعايير المقررة لاستخدامها فى الشرب والاستخدام المنزلى. أما بالنسبة للمواد المذابة في المياه العذبة من المجارى السطحية، فهى تكون عادة في حدود المعايير المقررة وهى من 300 إلى 1000 جزء في المليون.

وما ينطبق على تنقية المياه من المجارى السطحية العذبة لاستخدامها في الشرب، ينطبق كذلك على مياه السيول والأمطار حيث تبنى خطة التنقية على التخلص من المواد العالقة والكائنات الدقيقة فقط.

بالنسبة لمصادر المياه من الخزانات الجوفية، وأن كانت عموماً خالية من المواد العالقة الصلبة العضوية وغير عضوية نظراً لحجر هذه الملوثات في مسام التربة أثناء ضخ المياه من الآبار الجوفية، وكذلك فإنها تكون عادة خالية من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، خاصة في حالة ضخ هذه المياه من أعماق تزيد عن 60 متراً من سطح الأرض، إلا أنها قد تحتوى على أنواع أخرى من الملوثات وهى أملاح الحديد والمنجنيز المذابة في الماء والتي تحدث تغيراً في لون ومذاق المياه. وقد تحتوى المياه الجوفية كذلك على غازات مذابة تغير من رائحة المياه، أو قد تكون المياه الجوفية ذات ملوحة عالية أو ذات عسر عال زائد عن المعايير المقررة للشرب.

عندئذ فإن خطة المعالجة تبنى على أساس التنقية للمياه من الملوثات الموجودة والوصول بها إلى المعايير المقررة لاستخدامها في الشرب. أى أن المياه الجوفية وأن كانت خالية من المواد العالقة وغير العضوية والكائنات الحية الدقيقة، وفي حالة الضخ من الخزانات الجوفية العذبة تكون عادة خالية من المحتوى العالى من الأملاح المذابة وقد تكون خالية من الغازات المذابة لذلك فإن التنقية للمياه الجوفية في حالة وجود

ملوثات من أملاح الحديد والمنجنيز أو الغازات المذابة أو الأملاح المذابة أو العسر الزائد تتم بهدف التخلص من أى من هذه الملوثات في حالة وجودها. ولكن رغم عدم وجود كائنات حية دقيقة في المياه من المصادر الجوفية المتوسطة (العمق يزيد عن 60 متر) والعميقة. إلا أنه يلزم تطهير هذه المياه بالكlor بعد تنقيتها من الملوثات وقبل ضخها في شبكة التوزيع على المستهلكين. وفي حالة أعداد المياه للشرب من مياه الآبار ذات الملوحة العالية أو من مصادر المياه المالحة الأخرى مثل مياه البحار والمحيطات والبحيرات المالحة، حيث تكون الملوثات أساساً هي المواد المذابة التي يلزم تنقيتها إلى الحدود المقررة، حيث تستخدم عادة التنقية الحرارية (أو الإغذاب) أو باستخدام الأغشية، وفي هذه الحالات لا تستخدم مواد التطهير لقتل الكائنات الدقيقة إلا في حالة الضخ في الشبكة فقط، وأن كانت موجودة أصلاً في المصدر المائي (كما في حالة البحار والبحيرات المالحة) إلا أنه يتم التخلص منها في مرحلة المعالجة الحرارية أو باستخدام الأغشية هذا بالنسبة لإعداد مياه الشرب من المصادر السطحية العذبة أو الجوفية أو من المياه المالحة.

ولكن مياه الشرب (مياه الصنبور) لها استخدامات أخرى، حيث هي مصدر استخدامات المياه في الأغراض الصناعية أو تغذية الغلايات لإنتاج بخار الماء لإنتاج الطاقة. وفي هذه الحالات تجرى عمليات تنقية أما لخفض التركيز للأملاح المذابة، كما في حالة استخدام المياه في الصناعات الغذائية مثل المياه الغازية، أو إزالة العسر كما في حالة استخدام المياه في الغلايات متوسطة الضغط ومنخفضة الضغط، أو في الصناعات الغذائية، أو إزالة الملوحة عند استخدام المياه في تغذية الغلايات ذات الضغط العالي، أو الوصول بإزالة الملوحة إلى أدنى حد ممكن كما في حالة استخدام المياه في صناعة الألكترونيات بالنسبة لمياه الصرف الصحي، فهي تمثل 70% من الاستهلاك المنزلي للمياه، يضاف إليها أحياناً مياه غسيل الشوارع ومياه الأمطار وإذا كان هذا غير وارد في معظم الحالات تجرى معالجة مياه الصرف الصحي بهدف صرفها على المسطحات المائية وهي المصارف الزراعية غالباً أو أحياناً قد تستخدم في ري الأراضي، وتتم المعالجة على مرحلتين أساسيتين هما المعالجة الأولية للتخلص من الأجسام العالقة والطافية حيث تتم هذه المعالجة الأولية في ثلاث خطوات وهي: المصافي لحجز الأجسام العالقة والطافية كبيرة الحجم، ثم أحواض حجر الرمال للتخلص من المواد عالية الكثافة مثل الرمال، والتي تؤثر على كفاءة العمل للطلّيمات وخطوط المواسير، ثم الترسيب الأولى للتخلص من نسبة كبيرة من المواد العضوية وغير العضوية القابلة للترسيب الحر. أما المرحلة الثانية فهي المعالجة الثانوية والتي

تشمل عملية التخلص من المواد العضوية العالقة والمذابة بالأكسدة الهوائية أو اللاهوائية، والتي تسمى المعالجة البيولوجية، حيث يتم تسخير البكتريا التي تتغذى وتنمو وتتكاثر على هذه المواد العضوية في وجود الأكسجين الجوى (في حالة المعالجة الهوائية) وقد يتطلب الأمر استخدام الكلور للقضاء على الكائنات الحية الدقيقة وذلك قبل الصرف على المسطح المائى أو الاستخدام في رى الأراضى.

أما البكتريا الهوائية التي نمت وتكاثرت، فإنها تكون فى شكل حماة يتم التخلص منها في أحواض الترسيب النهائى، بعد المعالجة البيولوجية ثم تم تجفيفها واستخدامها فى تسميد التربة.

وفي حالة صرف مياه الصرف الصناعى على شبكات الصرف الصحى والمحتوية على مركبات الفوسفور والنيتروجين فإن الأمر يتطلب التخلص من هذه المركبات نظراً لما تسببه من نمو وتكاثر النباتات المائية في المجارى المائية هذا إلى ما تسببه من سمية للأحياء المائية. لذلك فإنه تستخدم المعالجات الكيماوية للتخلص من الفوسفور والمعالجات البيولوجية لأكسدة المركبات النيتروجينية، ثم اللاهوائية لتحويلها إلى غاز النيتروجين ومواد ثابتة أخرى.

أما بالنسبة لمياه الصرف الصناعى.. فإن عمليات المعالجة لمياه الصرف الصناعى تختلف طبقاً لنوع المنتج النهائى والخامات والمواد الوسيطة المستخدمة في الإنتاج، وكذلك تكنولوجيا العملية الإنتاجية.

وتبنى خطة المعالجة على أساس المعالجة المسبقة للوصول بمياه الصرف إلى المستوى المقرر أما للصرف على شبكة الصرف الصحى أو الصرف على المجارى المائية، أو بعمل المعالجات التالية لإعادة الاستخدام للمياه، كما في حالة مياه التغذية للغلايات التي أزيل عسرها و/ أو أزيلت ملوحتها.

وفي جميع الحالات، وطبقاً لنوع الصناعة فإن التخطيط لعملية المعالجة يبنى على أساس فصل مياه الصرف ذات المحتوى المختلف من الملوثات، ثم المعالجة المسبقة لكل على حدة.

وتشمل المعالجات التخلص من المواد العالقة، والطافية باستخدام المصافى، الطفو، الترسيب، الترويب، والترشيح، وكذلك عمليات خاصة أخرى مثل التعادل لمعالجة المخلفات الحامضية أو القلوية، عمليات إزالة المعادن الثقيلة باستخدام المروبات، عمليات الأكسدة لمركبات السيانييد، العمليات البيولوجية لمعالجة مياه الصرف للصناعات الغذائية... الخ.

الفصل الرابع عشر

14

المياه الجوفية والآبار

1- تلوث المياه الجوفية:

تبلغ استخدامات المياه الجوفية 25% من المياه العذبة في كل الأغراض في كثير من دول العالم، بينما تصل هذه النسبة إلى حوالي 10% في مصر والتي تشمل استخدامات مياه الشرب والاستخدام المنزلي والري، والاستخدام في الصناعة. ولكن المياه الجوفية أصبحت لسنين طويلة أحد أهم مصادر المياه الطبيعية المهمة في كثير من دول العالم. المياه الجوفية نظراً لكونها تحت سطح الأرض وغير منظورة مثل الموارد الطبيعية السطحية الأخرى، فإنه قل استخدامها والمحافظة على صلاحيتها. المياه الجوفية هي عادة ذات نوعية ممتازة، هذا بسبب الترشيح الطبيعي الذي يحدث في طبقات التربة التي يتحرك الماء خلالها ببطء، المسافة التي يمكن أن يقطعها الملوث في التربة تعتمد على كل من نوع التربة ونوع الملوث. فمثلاً، الترسيبات من المواد الناعمة يمكن أن تزيل المواد الصلبة العالقة والبكتيريا من الماء في مسافة قصيرة، بينما الزلط أو تشققات الصخور يمكن أن تسمح لتلك الملوثات بأن تتسرب إلى مسافات كبيرة. الملوثات المذابة لا تتأثر مطلقاً بفعل عملية الترشيح للتربة، رغم احتمال حدوث عمليات أخرى مثل الامصاص. زاد أخيراً حالات تلوث المياه في كثير من الأماكن، هذه الملوثات تجيء من مصادر كثيرة ومتعددة بما فيها الهيدروكربونات الكلورية. كثيراً من هذه المواد العضوية سام وبعضها يمكن أن يكون مسرطناً، أو مسبباً للطفور الوراثي في الجينات (Mutagens) وهذا يشكل مخاطراً حاداً على الصحة العامة عند تركيزات مخففة حتى واحد جزء في المليار. كذلك فإن خطورة هذه الملوثات تكمن في أنها لا تسبب مذاق أو رائحة لمياه الشرب عند التركيزات المنخفضة. الماء يبدو بلورياً رائعاً ولكنه بعيد كل البعد عن نقائه الأصلي، في بعض الحالات، وجد أن تركيزات المواد العضوية المختلفة من الهيدروكربونات في المياه الجوفية الملوثة أضعاف المستوى الموجود من هذه المركبات في الأنهار شديدة التلوث، كما أن هناك بعض المواد العضوية الناتجة عن التحلل اللاهوائي للخلايا النباتية مثل أحماض الهيوميك والفولفيك (Humic & Vulvic) وهذه تظهر طافية على سطح المياه بعد ضخها من البئر وتبدو كأنها مرآة عاكسة للضوء. وخطورة هذه الأحماض في أنها تتفاعل مع كيماويات التطهير مثل الكلور مكونة مركب التراي هالوميثان (THM's) المسرطن. أن عدم تلوث المياه الجوفية من الهيدروكربونات الكلورية، يتم بمراعاة عدم الصرف العشوائي لهذه الملوثات والمعالجة الكيميائية للتخلص منها قبل صرفها. ولكن المركبات العضوية المتطايرة Volatile Organic Chemicals VOC's يمكن التخلص منها بالمعالجة بالمرويات جنباً إلى جنب مع المياه

من المصادر السطحية العذبة. كثيراً من المواد العضوية تتحلل لاهوائياً لعدم وجود الأكسجين في الخزان الجوفي حيث تتحول إلى مواد ثابتة وغازات. ومن بين هذه الغازات، غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يذوب في الماء مكوناً حامض الكربونيك. هذا الحامض في التربة الجيرية يذيب أملاح الكالسيوم، والمغنسيوم مسبباً العسر للمياه وفي التربة الطفلية يذيب أملاح الحديد والمنجنيز ويحولها إلى أملاح مذابة ومختزلة ولا لون لها حيث عند التصاق المياه بالهواء الجوى بعد خروجها من البئر تتأكسد هذه الأملاح وتتحول إلى الشكل البنى الطوبى الغير مذاب بما يسبب تغير في لون المياه ومذاق المياه حيث يصبح لها المذاق المعدنى، وكذلك في الظروف اللاهوائية تموت كل الكائنات الجرثومية وتتحلل لاهوائياً.

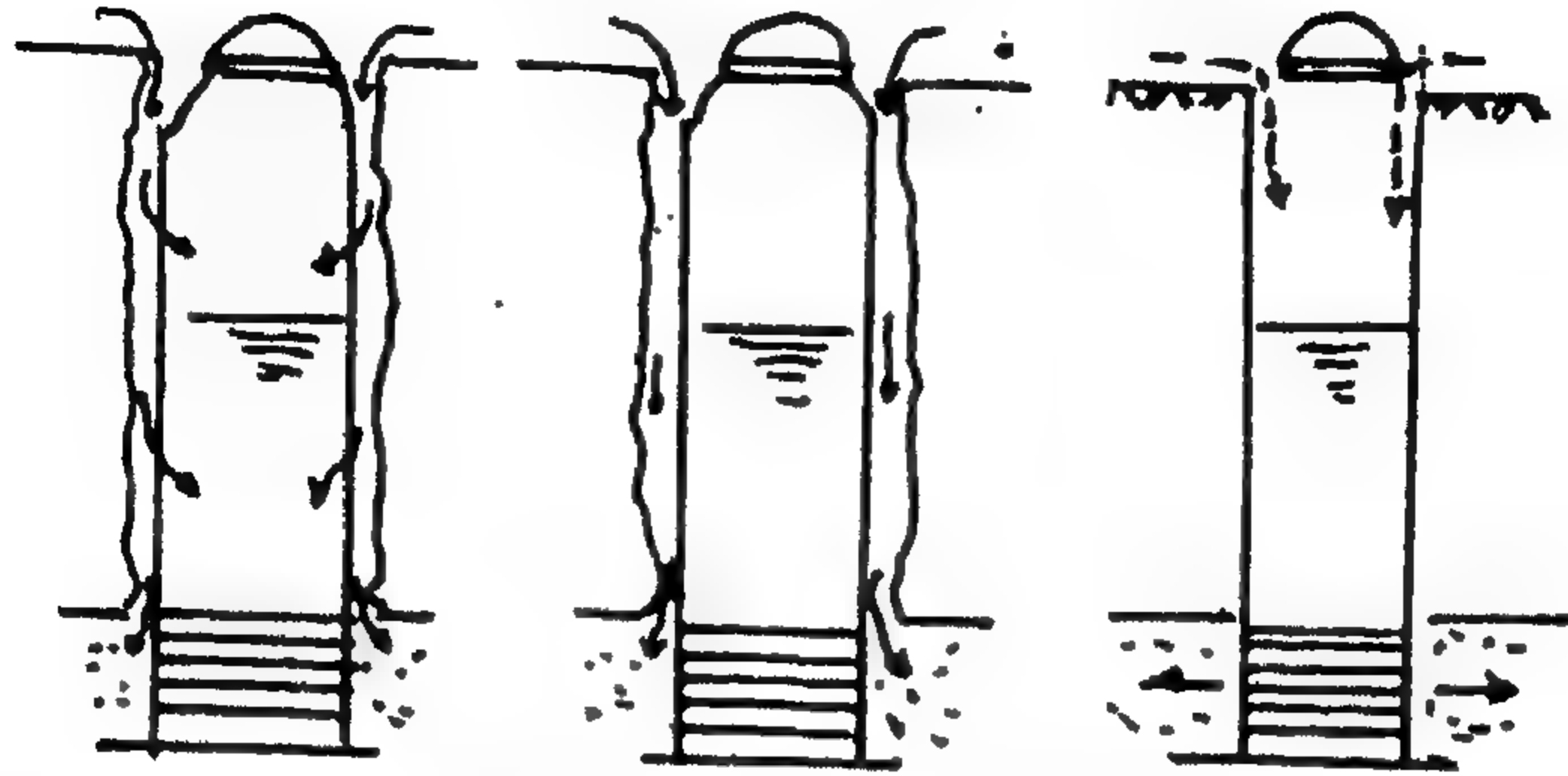
المياه الجوفية تتحرك ببطئ بمعدل حوالى أقل من 30 متر في العام، ولذلك فإن الخزان الجوفى المستخدم لإمدادات مياه الشرب قد يظل ملوثاً بالمواد العضوية المكلورة والغير قابلة للتحلل اللاهوائى لسنين عديدة. لذلك فإنه يلزم الكشف عن التلوث الكيماوى والبيولوجى للمياه قبل استخدامها كمصدر لمياه الشرب والاستخدام المنزلى. فقد يكون من الضرورى ترك الآبار الملوثة وحفر آبار جديدة على مساحات بعيدة أو البحث عن مصادر سطحية بديلة. وفى بعض الحالات يكون الأفضل من الناحية الاقتصادية إقامة وحدات معالجة خاصة مثل أبراج التهوية أو مرشحات الكربون المنشط أو الخلط مع مياه المعالجة بالمروبات، وأن كان هذا قد يكون مكلفاً.

2- آبار المياه الجوفية:

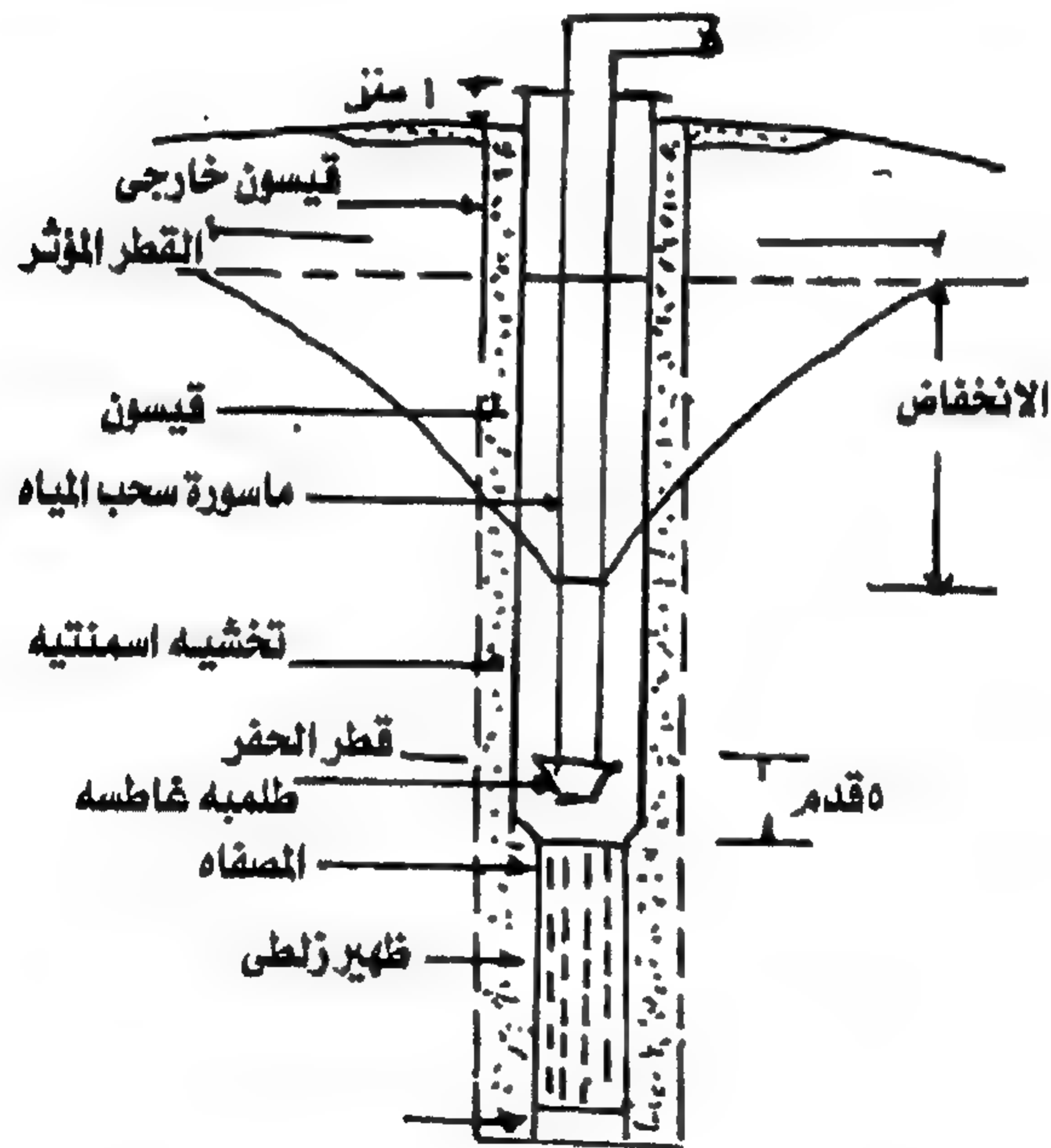
تواجه آبار المياه الجوفية أربع مشاكل رئيسية تؤثر على صلاحية المياه لأغراض الشرب واستمرار إنتاج الآبار، وهذه المشكلات تشمل التلوث البيولوجى بما يجعل المياه غير صالحة، التلوث بأملاح الحديد والمنجنيز، زيادة الأملاح الكلية المذابة، والتملح والانسداد لمصافى الآبار وانخفاض إنتاجيتها أو توقفها عن الإنتاج.

1- ويرجع وصول الملوثات إلى مياه الآبار التى أنشئت في الماضى، والتي لم يراعى في تصميمها وتنفيذها ما استجد عن زيادة في الكثافة السكانية والصرف العشوائى للمياه الحاملة للملوثات. وحيث نفذت الآبار بدون وضع طبقة التحشية الأسمنتية (Grouting) ما بين قطر الحفر والقيسون وهذه التحشية الأسمنتية تحقق هدفين وهما منع وصول مياه الرشح السطحى الحاملة للملوثات إلى مصفاة البئر عن طريق الفاصل بن قطر الحفر والقيسون والهدف الثانى هو حماية السطح الخارجى

للقيسون حيث تحقق طبقة التحشية الأسمنتية حماية من التآكل الشكل (14/1) يبين حالات التلوث لمياه الآبار، الشكل (14/2) يوضح مكونات بئر الضخ.



شكل (14/1) حالات التلوث لآبار المياه



شكل (14/2) مكونات بئر الضخ

2- تمليح الآبار أو الترسيبات التي تقلل من إنتاجية البئر أو تسبب توقفه تماماً:

ظاهرة تمليح الآبار التي ينتج عنها نقص في الإنتاج التصميمي للبئر أو توقف الإنتاج تماماً، هي ظاهرة طبيعية وتحدث عادة بعد إنشاء البئر بفترة زمنية، تتراوح بين عامين إلى ثمانية أعوام طبقاً لنوعية التربة الحاملة للمياه ونوعية المياه.

ويرجع ذلك إلى الانسداد في مسام التربة المحيطة بالمصفاة بما يقلل أو يمنع تدفق المياه الجوفية نحو مصفاة البئر، وكذلك انسداد مسام المصفاة. وتحدث هذه الترسيبات نتيجة إذابة أملاح التربة الحاملة للمياه الجوفية مثل كربونات الكالسيوم والمغنسيوم والحديد والمنجنيز بفعل ثاني أكسيد الكربون المذاب في الماء، والناجم عن التحلل اللاهوائي للمواد العضوية حيث تتحول أملاح الكربونات غير المذابة إلى البيكربونات المذابة.

عند ضخ المياه من البئر حيث تتدفق المياه الجوفية نحو مصفاة البئر، عندئذ تحدث خلخلة في المنطقة المحيطة بالمصفاة وخاصة في حالة زيادة سرعة تدفق المياه نحو المصفاة عن 3 سم في الثانية. نتيجة لهذه الخلخلة، فإن ثاني أكسيد الكربون يتم انتزاعه من أملاح البيكربونات المذابة والتي عندئذ تتحول إلى أملاح الكربونات غير المذابة. وهذه ترسب في مسام التربة المحيطة بالمصفاة وكذلك في فراغات الظهير الزلطى حول المصفاة وفي فتحات المصفاة. هذه الترسيبات تحدث على مراحل بما يسبب الخفض التدريجي في إنتاج البئر، ثم توقفه تماماً عن الإنتاج. ويضاف إلى ما سبق سبب آخر لانسداد فتحات المصفاة، وهو المعادن الغير متماثلة في الجهد، حيث عند تغطية فتحات المصفاة المصنوعة من الصلب الكربوني بشبكة من النحاس الأصفر، ونظراً لاختلاف الجهد يحدث ترسيب لمعدن الحديد وتآكله وتراكم نواتج التآكل على فتحات المصفاة، والتي عندئذ يحدث لها انسداد.

كما أن هناك سبب آخر لقفل مسام المصفاة، وهو أنه في حالة عدم تطهير البئر باستخدام مسحوق الكلور (هيبوكلوريد الكالسيوم) بعد عمليات الإصلاح والصيانة وإحكام غلق فوهة البئر، حيث في مثل هذه الحالات تنشط البكتريا المؤكسدة للحديد، ويحدث تآكل لمعدن الحديد المصنوع منه المصفاة، وترسب نواتج التآكل في الفتحات حيث يحدث الانسداد.

ولإزالة هذه الترسيبات واستعادة الطاقة الإنتاجية للبئر - فإنه يلزم عمل عدة إجراءات نوجزها كالاتي:

* التأكد من أن النقص في إنتاج البئر أو توقفه عن الإنتاج ليس بسبب السحب الجائر وجفاف البئر، حيث يتم معرفة ذلك بملاحظة منسوب المياه في قيسون (الغلاف

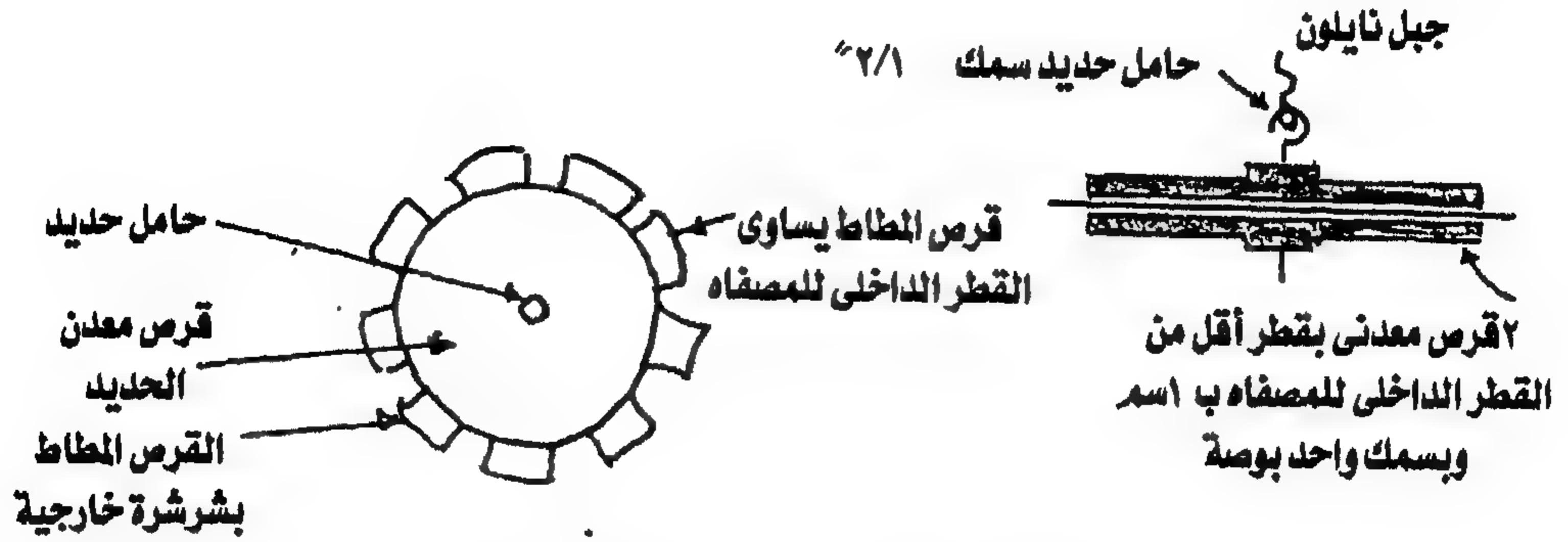
الخارجي) للبئر وقياسه، وهذا هو منسوب المياه الاستاتيكي (أو خط المياه) والتأكد من ثباته، عندئذ يكون السبب في نقص إنتاج البئر هو انسداد المسام أو التمليح للتربة المحيطة بالمصفاء، وكذلك انسداد مسام المصفاء والذي يحدث للأسباب التي أوردناها سابقاً.

وقد جرت العادة في مواجهة هذه الظاهرة التعامل معها بأحد أسلوبين، وهما إما هجر البئر وإيقاف استخدامه، أو سحب القيسون والمصفاء وإزالة الترسيبات من مسام المصفاء وإعادة التركيب في مكان البئر أو في مكان مجاور، ورغم أن هذا الأسلوب مكلف فإنه لا يحقق الهدف من استعادة الكفاءة الإنتاجية للبئر - فعند إعادة تركيب القيسون والمصفاء في مكان البئر، تظل التربة المحيطة بالمصفاء مقفولة السام، وفي حالة التركيب في مكان آخر مجاور فقد يكون هذا الموقع تحت التيار لحركة وتدفقات المياه الجوفية بالنسبة للموقع القديم، عندئذ فإن الترسيبات في مسام التربة تعيق حركة المياه الجوفية، وقد تتخذ خطوات لتفادي هذا المنسوب لسحب المياه، كما في حالة زيادة أو نقص مواسير القيسون ولكن سلبياته أنه يلزم اختبار نوعية المياه والتربة الحاملة مسبقاً كما في حالة عمل البئر الاختباري قبل الإنشاء.

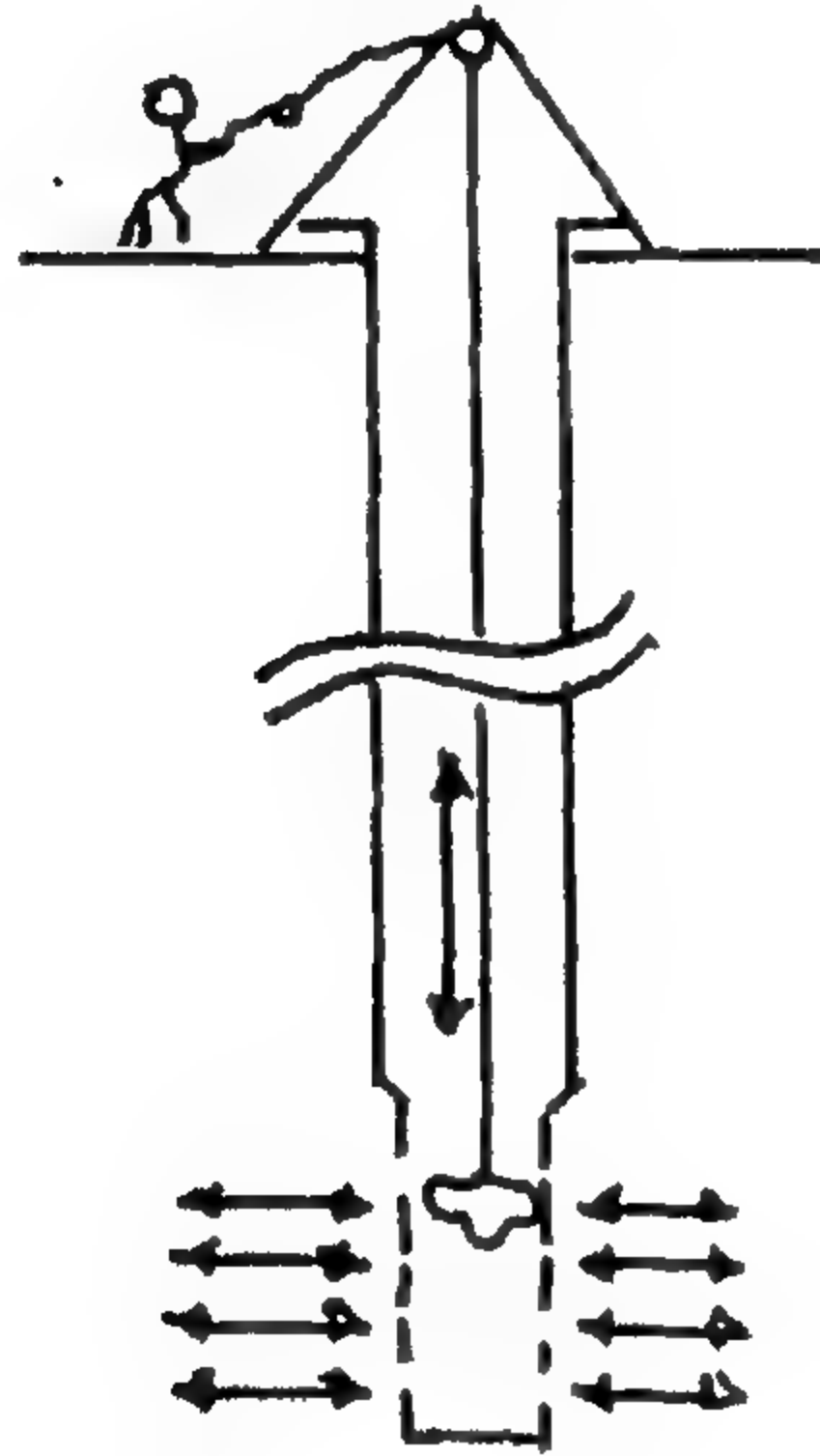
والأسلوب السليم الذي يجب اتباعه لاستعادة كفاءة إنتاجية البئر في مثل هذه الحالة، هو العمل على إزالة الترسيبات في منطقة المصفاء، وفي مسام التربة المحيطة حيث يتم ذلك بالخطوات التالية:

1- عمل الاضطراب بالقرص المعدني:

يتم رفع غطاء فوهة البئر وسحب ماسورة سحب المياه والظلمبة خارج القيسون، وقياس منسوب المياه الاستاتيكي ثم يتم عمل الاضطراب الميكانيكي (Mechanical Surge) باستخدام قرص معدني قطره أقل من القطر الداخلي للمصفاء بحوالي 1-2 بوصة في الشكل (14/3)، (14/4)، ثم إنزال القرص المعلق بحبل من النيلون إلى منطقة منتصف المصفاء.



شكل (14/3) مقطع في قرص الاضطراب الميكانيكي



شكل (14/4) استخدام قرص الاضطراب الميكانيكي

يتم عمل الاضطراب بالرفع والإنزال للقرص في الماء بمسافة تعادل نصف طول المصفاة، ويجب الحذر في الرفع والإنزال للقرص المعدني في المراحل الأولى لمراعاة عدم استقامة قيسون البئر والمصفاة أحياناً.

يستمر الرفع والإنزال للقرص عدة مرات، وتوضع كمية من المياه عند فوهة البئر تعادل تقريباً حجم المياه في قيسون البئر والمصفاة، في حالة نجاح الاضطراب بالقرص المعدني فإن المياه التي تم إدخالها تتدفق بسرعة إلى أسفل خلال القيسون والمصفاة، ثم إلى خارج المصفاة داخل التربة المحيطة بالمصفاة، ثم يستعيد البئر منسوب المياه الجوفية الاستاتيكي الذي تم قياسه.

أما في حالة عدم تصريف المياه المضافة في قيسون البئر، فإنه يتم اللجوء إلى إزالة الترسيبات بالمواد الكيماوية.

مراحل إزالة الترسيبات في المصفاة والتربة المحيطة بها باستخدام الاضطراب (Surge):

التقنية الحديثة تتمثل في إزالة الترسيبات مع عدم رفع أجزاء من مكونات البئر أو نقله من مكانه، تتم خطوات العمل على مراحل طبقاً لحالة الترسيبات وإنتاج البئر كالاتي:

* في حالة ضعف إنتاجية البئر لوجود ترسيبات غير جيدة التماسك والالتصاق في هذه الحالة يتم تشغيل طلمبة البئر لمدة دقيقتين بما يمكن من امتلاء ماسورة السحب للبئر (أو القيسون في حالة المضخة فوق سطح الأرضي) ثم التوقف لمدة 5-10 دقائق. عندئذ ترتد المياه إلى منطقة المصفاة وتتحرك في اتجاه معاكس لحركة سحب المياه نحو البئر، وهذا يسبب حدوث خلخلة للترسيبات ضعيفة الالتصاق بتكرار هذه العملية عدة مرات، يمكن تقييم نتائجها بتشغيل البئر وملاحظة كفاءة الإنتاج.

وتسمى هذه العملية بالاضطراب الهيدروليكي والتي تحقق نتائج طيبة في حالة المراحل الأولى لحدوث الترسيبات أما في حالة عدم استعادة كفاءة الضخ من البئر، فإن ذلك يكون دلالة على وجود ترسيبات شديدة الالتصاق في مسام التربة وفي فتحات المصفاة، والتي يتم التعامل معها بالاضطراب الميكانيكي بالقرص المعدني الذي سبق توضيحه، أما في حالة عدم استعادة كفاءة البئر فإنه يتم اللجوء إلى إزالة الترسيبات باستخدام المواد الكيماوية.

إزالة الترسيبات باستخدام المواد الكيماوية:

تضاف أحد الكيماويات الآتية من الأحماض إلى المياه في قيسون ومصفاة البئر، ثم تزداد المياه حتى امتلاء القيسون بالكامل، وتكون إضافة الحامض بالنسب التقريبية الآتية:

- حامض الهيدروكلوريك بتركيز 5% (متوفر تجارياً بتركيز 23%).
- حامض السلفاميك (Sulphamic Acid) وهو عبارة عن حبيبات وإذابته في الماء بطيئة، بما يتطلب ترك الحامض في ماء البئر لمدة 1-2 ساعة قبل البدء في تشغيل المكبس.

• حامض الجليكوليك (Hydroxyacetic acid) وهو سائل، يوجد بتركيز 20% وهو مطهر مثل الكلور أى قاتل للبكتيريا.

تضاف هذه الأحماض إلى كمية المياه المقدرة في قيسون البئر والمصفاة كالاتى:
من حامض الهيدروكلوريك تركيز 5%، 20 لتراً من المياه لكل متر مكعب من المياه من حامض السلفاميك 10 كيلو لكل متر مكعب من المياه.
حامض الجليكوليك بتركيز 20% يضاف 10 لتراً لكل متر مكعب من المياه وقد يتم مضاعفة تركيز الحامض في حالة الآبار المتوقفة عن الضخ مع ثبات منسوب المياه الاستاتيكي في البئر.

بعد إضافة الحامض يترك لمدة 1-2 ساعة ثم يتم البدء في تشغيل القرص أو المكبس الميكانيكى ثم تضاف كمية من المياه حتى امتلاء القيسون في حالة نقص المياه المضافة في القيسون لتسربه خلال المصفاة، تزداد كمية المياه المضافة إلى ما يعادل حجم المياه في القيسون والمصفاة مع الاستمرار في رفع وإنزال المكبس (القرص) عدة مرات يمكن استنتاج إزالة الترسبات بملاحظة سرعة تدفق أي مياه مضافة خلال المصفاة حتى وصول المياه في قيسون البئر إلى المنسوب الاستاتيكي.

عندئذ تضاف كمية أخرى من المياه لإزاحة جميع المياه في القيسون والمصفاة المحملة بالحامض إلى التربة المحيطة بالمصفاة.

يتم رفع القرص أو الكبس الميكانيكى، وإعادة تركيب ماسورة السحب والطلبية الغاطسة وإعداد البئر للتشغيل.

يتم تشغيل الطلبية لسحب المياه في القيسون والمصفاة، وكذلك المياه المحيطة بالمصفاة في التربة الحاملة القريبة والمحملة بالأحماض. تستمر فترة تشغيل الضخ لفترة زمنية كافية لإزالة كل آثار للحامض في الماء مع ملاحظة الآتى:

تحديد الرقم الهيدروجيني (pH) للماء قبل المعالجة بالحامض، وكذلك استمرار ضخ المياه من البئر بعد المعالجة بالحامض حتى وصول المياه إلى الرقم الهيدروجيني (pH) قبل المعالجة وثباته مع استمرار الضخ. صرف المياه المحملة بالحامض يكون في مكان بعيد، مع توجيه المياه إلى حفرة أو برميل به جير مطفى $(Ca COH)_2$ لإزالة حموضة المياه بتعادلها مع قلوية الجير، يمكن كذلك إضافة الصودا آش $(Na_2 CO_3)$ أو محلول الصودا الكاوية بتركيز 5% لمعادلة كمية الحامض المضافة مع الضخ، قبل إعادة تجهيز البئر للإنتاج.

تطهير البئر:

قبل أحكام قفل البئر وإعادة تشغيله تجرى عملية أخرى وهى تطهير البئر من الكائنات الحية الدقيقة باستخدام الكلور، حيث يضاف الكلور إلى مياه البئر من خلال فوهة قياسون البئر، وعادة الكلور المستخدم فى هذه الحالة هو حبيبات هيبوكلوريت الكالسيوم ذات المحتوى من الكلور بنسبة 65% حيث تضاف الحبيبات مباشرة بما يحقق جرعة 150 ملجراماً في اللتر للمياه فى القيسون والمصفاة ولمسافة 30 سم لحجم التربة حول المصفاة. ثم يترك البئر فترة 3-6 ساعات. كما يجب ملاحظة تأكيد عدم وجود حموضة فى الماء، أى أن الرقم الهيدروجينى (7) فأكثر، وإلا تصاعد غاز الكلور أثناء إضافة الهيبوكلوريت إلى الماء.

تؤخذ الإجراءات الوقائية للعاملين باستخدام الكمادات الواقية للوقاية من غاز الكلور وغازات الأحماض، وكذلك الحذاء الواقي.

بعد فترة المكث للكلور للتطهير، يتم البدء فى تشغيل البئر لسحب المياه المحملة بهيبوكلوريت الكالسيوم. يتم قياس جرعة الكلور لمياه البئر قبل وبعد المعالجة للتأكد من تحسن نوعية المياه وخلوها من الملوثات البكتيرية (ومنها البكتريا المؤكسدة للحديد)، وكذلك عمل التحاليل المعملية الكيماوية والبيولوجية للمياه، قبل البدء فى تشغيل البئر للإنتاج، بهدف الاطمئنان على سلامة وصلاحية المياه للشرب والاستخدام المنزلى.

جدول (14/1) يوضح كميات مركبات الكلور اللازمة لعمل

تركيزات الكلور فى 3.8 متر مكعب ماء.

تركيز الكلور ملجرام/ لتر	هيبوكلوريت الكالسيوم كيلوجرام	محلول هيبوكلوريت الصوديوم (لتر)		
		5%	10%	12%
50	0.3	3.8	1.9	1.5%
100	0.6	7.6	3.8	3%
500	2.9	37.9	18.9	15.1%
1000	5.8	75.7	37.9	30.3%

إزالة الغازات المذابة وأملاح الحديد والمنجنيز:

جرت العادة على استخدام التهوية لمياه الآبار كمرحلة أولى أساسية فى إزالة الحديد والمنجنيز، وأن كان هذا مطلوباً إلا أن التهوية لها وظائف أخرى بالإضافة إلى الأكسدة الأولية للأملاح الحديد والمنجنيز. فالتهوية تزيل الغازات المذابة فى الماء، مثل، غاز ثانى أكسيد الكربون، كبريتيد الهيدروجين بما يحسن من مذاق ورائحة

المياه، وهذه الغازات التي تزال تستبدل بالهواء الجوى (الأكسجين حيث توجد حالة من الاتزان بين الماء والهواء).

إذابة الهواء الجوى المحتوى على الأكسجين الذى يؤكسد أملاح الحديدوز المذابة وكذلك يؤكسد أملاح المنجنيز منخفضة التكافؤ مثل بيكربونات المنجنيز، والتي تذوب في الماء حيث تتحول هذه إلى أملاح الحديديك الغير مذاب وإلى أيروكسيد المنجنيز الغير مذاب. الغازات التي قد تكون مذابة في مياه الآبار الجوفية تشمل ثانى أكسيد الكربون، كبريتيد الهيدروجين والنشادر والمواد العضوية المتطايرة.

إزالة هذه الغازات المذابة بالتهوية تخضع لقانون هنرى، الذى يفيد بأن كمية الغازات المذابة في الماء تتناسب طردياً مع ضغط الغاز في الهواء الجوى. حيث عند درجة حرارة 20°م وعند الضغط الجوى العادى يكون الماء في حالة اتزان مع الهواء، حيث يحتوى الماء عندئذ على 15.8 جزء في المليون من غاز النيتروجين، 11.7 جزء في المليون من غاز الأكسجين، 0.5 جزء في المليون من ثانى أكسيد الكربون، ونسبة صغيرة لا تقدر من كبريتيد الهيدروجين، يذوب كلا من ثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين نسبياً في الماء عند درجة حرارة 20°م وعند الضغط الجوى العادى حيث يذوب ثانى أكسيد الكربون بنسبة 1700 جزء في المليون، كبريتيد الهيدروجين بنسبة 2500 جزء في المليون ولكن نظراً لأن الضغط الجزئى (Partial Pressure) لهذه الغازات في الضغط الجوى العادى يساوى صفراً، نظراً لعدم احتواء الهواء الجوى على هذه الغازات (ألا بنسب قليلة جداً) لذلك فإنه في حالة إيجاد حالة اتزان بين الماء المذاب فيه غازات والهواء الجوى بواسطة التهوية الجيدة للمياه، فإن الماء يتخلص من كل الغازات المذابة ويتشبع بالنيتروجين وأكسجين الهواء الجوى. وتزداد إزالة الغازات من الماء مع زيادة زمن التهوية وخط الماء بالهواء، وكذلك مع ارتفاع درجة الحرارة، وزيادة حجم الهواء الملاصق، مع زيادة مساحة التلامس بين الماء والهواء، وتزال الغازات من الماء كلما زاد تركيزها في الماء وقل في الهواء.

وتتم التهوية لإزالة الغازات المذابة باستخدام أبراج التهوية المعلقة المجهزة بصوان مثقبة بفواصل في برج التهوية، موضوعه بما يسمح بحرية الماء وانتشاره على الصوانى أكبر فترة زمنية، وأكبر سطح تلامس وزمن تلامس، أو أن تكون الأبراج محتوية على وسط ترشيحى زلطى ليحقق التلامس بين الماء والهواء. وتعمل أبراج التهوية أما بسحب الهواء من أعلا برج التهوية حيث يدخل من فتحات جانبية أو

سفلية، أو يدفع من أسفل حيث فتحات تصريف الهواء أعلا البرج، ويجهز برج التهوية بهوايات تركيب أعلا البرج أو أسفل البرج مجهزة بمحركات تدار بالطاقة الكهربائية، وتكون حركة الهواء في الحالتين في اتجاه معاكس لتدفق الماء من أعلا برج التهوية، تستخدم الأبراج المقلدة أساساً في إزالة الغازات المذابة في الماء وغير المرغوب فيها وليست الموجودة في الهواء الجوى، وتسمى عملية إزالة الغازات بأبراج التهوية بالتجريد الهوائى (Air Stripping) وهى تحقق تحسناً في نوعية المياه واستساغتها للشرب شكل رقم (2/5).

إزالة الحديد والمنجنيز من مياه الآبار الجوفية:

يوجد الحديد والمنجنيز في المياه الجوفية بتركيزات قد تصل إلى 25 جزء في المليون أو أكثر، والمنجنيز عادة تكون نسبته أقل من نسبة الحديد، وتكون في حدود واحد جزء في المليون.. أما مركبات الحديد مع المواد العضوية، فهى تكون عادة في شكل هلامى (Colloidal)، والتى تحتجز بواسطة حبيبات التربة، أما في حالة وجود هذه المواد في المياه السطحية (وهذا نادراً ما يحدث بالنسبة لمياه النيل، فإنه يلزم معالجة المياه بمحلول من لبن الجير (قلوى) لتكسير المركب الهلامى من المواد العضوية والحديد، حتى يمكن الأكسدة بالهواء أو بالمواد الكيماوية وإزالة الحديد والمنجنيز من مياه الآبار فإنه يلزم عمل مراحل تتلخص أساساً في الأكسدة بالتهوية أو باستخدام المواد الكيماوية، ثم ترسيب الأملاح غير المذابة ثم الترشيح في مرشحات.

أكسدة أملاح الحديد والمنجنيز المذابة في المياه الجوفية:

تتأكسد مركبات الحديد المذابة في مياه الآبار الجوفية بأكسجين الهواء الجوى، حيث يتأكسد الحديد بنسبة عالية، ولكن المنجنيز يتأكسد بنسبة قليلة جداً، وذلك لأن لى يتأكسد، فإن ذلك يتطلب رقماً هيدروجينياً (pH) للماء أعلا من 9.5. الاحتياج الفعلى لكل جزء في المليون من الحديد هو 6.2 جزء في المليون من الأكسجين، ونظراً لأن أكسجين الهواء الجوى المذاب في الماء عند التعرض للهواء الجوى هو فى حدود 11.7 جزء في المليون، لذلك فإن عملية التهوية تحقق أكسدة للحديد والمنجنيز فى حدود 2 جزء في المليون (للحديد أساساً). ولذا يتم تكرار التهوية للماء لأكسدة ما يزيد عن 2 جزء في المليون من الحديد، وقد يتم اللجوء إلى استخدام الكيماويات لاستكمال عملية الأكسدة.

ويكفى التهوية لأكسدة الحديد والمنجنيز فى حالة التركيز بنسبة 2 جزء في المليون، حيث تحقق التهوية كذلك الاستفادة بإزالة الغازات المذابة، وبذلك تتحسن

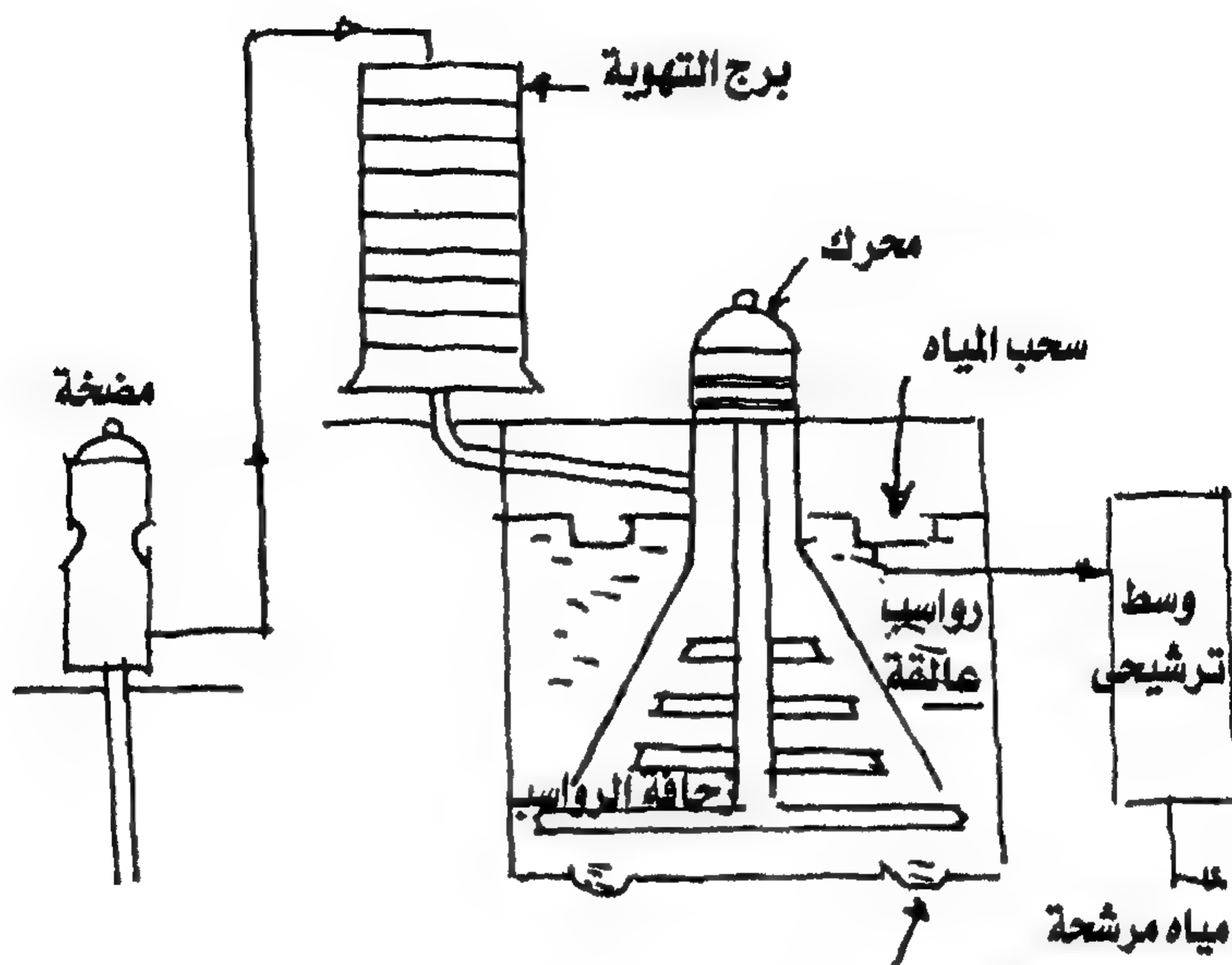
نوعية المياه، هذا بالإضافة إلى أن التهوية التي تزيل ثانى أكسيد الكربون المذاب تعمل على رفع الرقم الهيدروجيني للمياه، والذي يساعد على سرعة الأكسدة، فى المجال المتعادل للمياه (حيث الرقم الهيدروجيني 7 - 7-pH) يمكن أكسدة الحديد بالكلور أو باستخدام مركبات الكلور، ولكن المنجنيز لا يتأكسد بالكلور فى المجال المتعادل، بل يتطلب رفع الرقم الهيدروجيني إلى أعلا من 9.5 لى يتأكسد بالكلور.

ولكن يمكن أكسدة المنجنيز فى المجال المتعادل باستخدام برمنجنات البوتاسيوم، لذلك تجرى مراحل الأكسدة بالكلور بعد التهوية لأكسدة الحديد، ثم تتم الأكسدة بالبرمنجنات لأكسدة المنجنيز. زمن التلامس اللازم لأكسدة الحديد بالهواء الجوى وباستخدام الكلور هو 10 دقائق، أما زمن التلامس لأكسدة المنجنيز بالبرمنجنات هو دقيقتين، ثم بعد إتمام الأكسدة يتم فصل أملاح الحديد والمنجنيز المؤكسدة فى حوض ترسيب قبل الترشيح أو الترشيح مباشرة، طبقاً لكمية المواد العالقة المطلوب إزالتها.

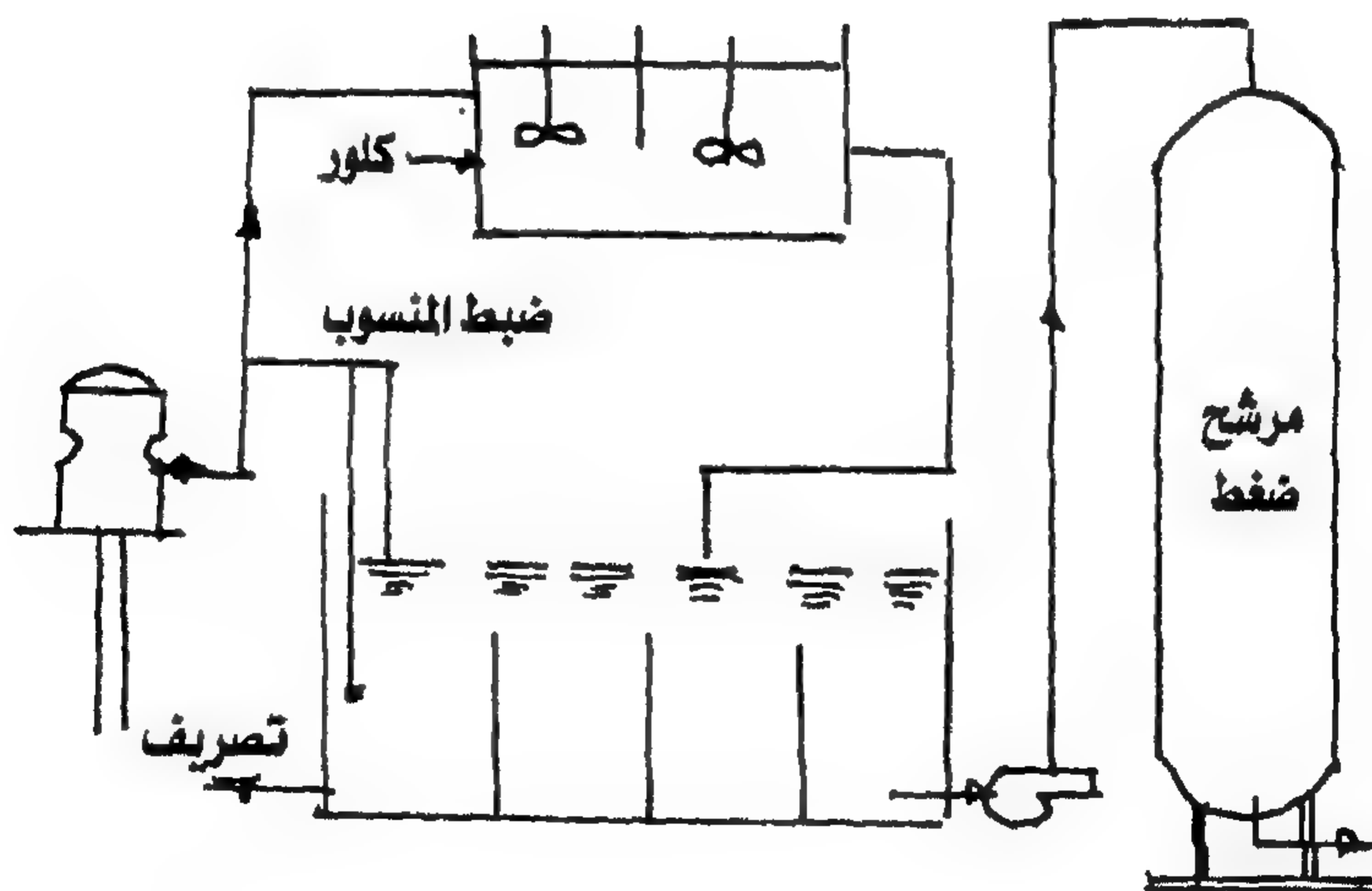
يتم الترشيح فى مرشحات رملية باستخدام مادة أكسيد المنجنيز كعامل مساعد للأكسدة، ويكون فى شكل طبقة متوسطة فى الوسط الترشيحي وبسمك من 10-20سم للمساعدة فى إزالة المنجنيز، كما يفضل أن يتم الترشيح على مرحلتين حيث يفصل الحديد المؤكسد أولاً ثم يفصل المنجنيز بعد أكسدته بالبرمنجنات وإزالته بالترشيح. وإذا كانت نسبة الحديد والمنجنيز أقل من 2 جزء فى المليون، فإنه يمكن استخدام مواد التغليف لعمل غلاف حول أملاح الحديد (Chelating Agents)، بما يمنع من أكسدتها بالهواء الجوى. فى هذه الحالة يختفى اللون الطوبى لهذه المواد وتظل أملاح الحديد والمنجنيز فى الماء. وقد تختصر المعالجة باستخدام التهوية والترسيب لإزالة هذه الأملاح القليلة كما تجدر الإشارة إلى أن التهوية أساسية لمعالجة مياه الآبار، نظراً لأنها تزيل الغازات الحامضية، وبذا يرتفع الرقم الهيدروجيني للمياه، ومن ثم زيادة قدرة أكسجين الهواء الجوى أو الكلور على أكسدة أملاح الحديد والمنجنيز.

طرق التهوية كثيرة منها أبراج التهوية المقلدة بالصوانى المثقبة أو بالوسط الترشيحي الزلطى أو التهوية بالرش أو بالمصاطب المتدرجة أو بالهواء المضغوط أو بطرق أخرى كثيرة.

تقنيات معالجة المياه الجوفية لإزالة الحديد والمنجنيز موضحة فى الشكل (14/5)، (14/6).



شكل (14/5) التهوية / الترسيب / الترشيح لإزالة الحديد والمنجنيز لأكثر من 10 ملجرام/لتر.



شكل (14/6) الكلور / المكث / الترشيح لإزالة الحديد والمنجنيز

الفصل الخامس عشر

15

تلوث المياه وأخطاره البيئية

١- مقدمة :

الماء عصب الحياة فهو أساس الحياة لكل الكائنات الحية (الإنسان والحيوان والنبات) وصدق الله العظيم حيث يقول "وجعلنا من الماء كل شيء حي". الماء هو أهم الموارد الطبيعية على كوكب الأرض (بعد الهواء الجوى)، فكمياته ثابتة وأن تغيرت بين العذب والمالح والسطحية والجوفية، مياه البخار والمحيطات تقدر بحوالى 317 مليون ميل مكعب، والثلوج الجليدية 7.3 مليون ميل مكعب، البحيرات العذبة 30 ألف ميل مكعب، المياه الجوفية مليون ميل مكعب، التربة الغير مشبعة 16 ألف ميل مكعب. مياه البخار فى الجو 3.1 ألف ميل مكعب، تمثل المياه 75% من وزن الإنسان، 80% فى معظم الخضروات. وفى نفس الوقت فإن المياه هى من مسببات 80% من الأمراض فى العالم سواء لتلوثها أو لعدم وفرتها طبقاً لاحتياجاته. المياه تسير طبقاً للظروف المناخية كمياه الأمطار والطبوغرافية كمياه الأنهار والهيدرولوجية كالمياه الجوفية وذلك خارج الحدود السياسية والإقليمية للتقسيمات الأرضية.

المياه فى المجارى السطحية العذبة تكون ملوحتها من 200 إلى 1000 جزء فى المليون وهى الصالحة للشرب والاستخدام المنزلى (بعد معالجتها) وكذلك للرى. مياه البحار والمحيطات تتراوح ملوحتها ما بين 20000 إلى 50000 جزء فى المليون، المياه الجوفية أما أن تكون عذبة أو مالحة، وكقاعدة فالخزانات الجوفية المالحة تكون قريبة من شواطئ البحار والمحيطات وتتدرج فى الانخفاض فى التربة الحاملة للمياه تحت منسوب سطح البحر كلما بعدت عن الشاطئ. وقد تصل المياه الجوفية إلى مسافات بعيدة جداً طبقاً لنفاذية التربة ومعدل الانتقال للمياه وخاصة إذا كانت تعلوها طبقة صماء غير منفذة للمياه التى تحدد مسار الخزان الجوفى المالح. وكذلك بالنسبة للمياه الجوفية العذبة فالقاعدة أن المياه الجوفية العذبة تعلو المياه المالحة الأكثر كثافة ويتدرج سمك الطبقة الحاملة للمياه العذبة فى النقصان كلما قربت من شاطئ البحر وبالتالي يتدرج سمك الطبقة المالحة فى الزيادة. فى بعض أنواع التربة توجد أملاح الحديد والمنجنيز المذابة فى الماء وكذلك أملاح الكالسيوم والمغنسيوم ويرجع ذلك إلى تحلل المواد العضوية والهلامية والكائنات الحية الدقيقة والملوثات العضوية عموماً التى تحملها المياه السطحية أثناء تسربها إلى جوف الأرض لتغذية الخزان الجوفى، ونتيجة التحلل للملوثات العضوية تنتج مركبات كيماوية منها ثانى أكسيد الكربون الذى يذيب أملاح الحديد والمنجنيز والكالسيوم والمغنسيوم التى تكون فى شكل مركبات الكربون الغير مذابة وتحولها إلى مركبات البيكربونات المذابة فى الماء وذلك طبقاً

لنوع التربة الحاملة للمياه الجوفية. في التربة الجيرية تظهر أملاح العسر من الكالسيوم والمغنسيوم، أما التربة من الحجر الرملي والتربة الطفلية فتظهر أملاح الحديد والمنجنيز، وقد تتخلص المياه السطحية أثناء رحلتها إلى الخزان الجوفي من بعض العناصر الثقيلة المذابة المسببة للأمراض المزمنة وتستبدلها بعناصر أخرى من أملاح التربة الغير ضارة وذلك بطريقة التبادل الأيوني. وإذا كانت المياه هي الأساس في حياة الإنسان بالإضافة إلى ما توفره كمصدر للاستمتاع والرياضة والترفيه، إلا أن المياه هي المسببة لمعظم الأمراض وذلك في حالة تلوث المياه بالكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض الوبائية أو بالعناصر الثقيلة المسببة للأمراض المزمنة أو بالملوثات الأخرى التي تحد من استساغة المياه للشرب أو عدم صلاحيتها للاستخدام المنزلي، هذا بالإضافة إلى أن عدم توفر المياه بالقدر المناسب لأغراض النظافة العامة بسبب أمراض الجلد والعين، وإذا كان الهدف هو المحافظة على صحة الإنسان فإن مخاطر المياه لا تقف عند تلوث مياه الشرب فقط حيث قد تصل الملوثات إلى مصادر غذائية من حيوان ونبات وطيور وأسماك والتي ترتوى بهذه المياه الملوثة، ولهذا يبرز أهمية المحافظة على سلامة البيئة المائية سواء بالنسبة للموارد المائية السطحية العذبة أو مياه الخزانات الجوفية وبما يؤدي كذلك إلى خفض تكاليف معالجة المياه لإعدادها للشرب والاستخدام المنزلي، وذلك على ضوء زيادة الملوثات بأعدادها المختلفة مع زيادة الأنشطة التتموية والصناعية واستخدام الكيماويات والمبيدات وكيماويات التسميد بالإضافة إلى الصرف العشوائي لمياه الصرف الصحي أو الصرف الصناعي الغير معالج أو المخلفات المنزلية.

2- الملوثات في المياه:

الماء له استعداد قوى لإذابة المواد الأخرى حيث يشار إليه أنه المذيب العالمي الماء النقي (H_2O) غير موجود في المجارى السطحية والبحيرات والمياه الجوفية والمحيطات في الظروف العادية الماء يكون دائماً به شئ ما مذاباً أو عالقاً، ويعتبر الماء أنه ملوث عندما يحتوى على مواد بالتركيز الذي يجعله غير مناسب لاستخدام معين.

فنرى أن مياه الأمطار تتلوث قبل سقوطها على سطح الأرض بما تذيبه من غازات الهواء الجوى مثل الأكسجين والنيتروجين وغازات أخرى مثل ثنائي أكسيد الكربون الميثان الناتجة عن التفاعلات البيولوجية أو الغازات الحامضية الناتجة عن الأنشطة الصناعية والتي تتحول إلى أحماض عند إذابتها في الماء وهى غازات كلوريد الهيدروجين، أكاسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين وفى الحالة الأخير تسمى الأمطار

الساقطة بالأمطار الحامضية والتي تعمل على تحويل الرقم الهيدروجيني (pH) للمياه إلى الحالة الحامضية وعند سقوط المياه على سطح الأرض فإنها تحمل الملوثات من مواد التربة والمخلفات النباتية والحيوانية والأسمدة والمبيدات نحو المجارى المائية، والتي يمكن أن تصل إلى المجرى المائى مع تدفقها، وتصل الملوثات إلى المسطحات المائية عن طريق صرف المخلفات الزراعية والصحية والصناعية والصرف العشوائى للمخلفات المنزلية.

يمكن تقسيم ملوثات المياه إلى مجموعات من المواد طبقاً لتأثيراتها الصحية والبيئية، وذلك بالنسبة للمسطحات المائية وهى:

- الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض.
- المواد التى تستهلك الأكسجين المذاب فى الماء.
- المواد الغذائية للكائنات النباتية وهى المسببة للسمية للكائنات الحيوانية.
- المواد العضوية أو الغير عضوية العالقة أو المذابة.
- المواد المشعة.
- الحرارة.
- الزيوت.

مصادر هذه الملوثات وتأثيراتها على البيئة المائية:

الصرف الصحى المنزلى والصرف الصناعى:

الصرف الصحى هو المصدر الرئيسى لأنواع الثلاث الأولى من الملوثات والكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض (Pathogens) التى تكون فى إفرازات حاملى العدوى من ذوى الدم الحار (الإنسان، والحيوان، والطيور) وهذه هى الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض البوائية، كذلك الصرف الصحى يحمل المواد التى تستهلك الأكسجين المذاب فى الماء، وهى المواد العضوية عند التحلل الهوائى بواسطة البكتريا الهوائية، هذا الفقد فى الأكسجين هو الذى يغير الاتزان البيئى للمياه، حيث قد يسبب الموت للكائنات المائية (الأسماك). النيتروجين والفوسفور هما من أهم مواد الغذاء للنبات الموجودة فى مياه الصرف الصحى وكذلك فى مياه الصرف الزراعى، إلا أن هذه المواد وأن كانت غذاء للكائنات النباتية والطحالب فى المجارى المائية إلا أنها سامة للكائنات الحيوانية المائية (الأسماك). المعالجة التقليدية، لمياه الصرف الصحى تقلل من كمية الكائنات الممرضة، وكذلك الأكسجين الحيوى المطلوب فى مياه الصرف

(BOD)، ولكن هناك فيروسات معينة يمكن أن تقاوم عمليات التطهير لمياه الصرف. لخفض كميات النيتروجين والفوسفور في مياه الصرف يتم استخدام بعض أنواع المعالجات الخاصة والتي تسمى المعالجة الثلاثية.

الكيمائيات العضوية السامة يمكن كذلك أن تصل مباشرة إلى الماء من الأنشطة الصناعية، كما هو ملاحظ من الصرف للمخلفات الصناعية قبل معالجتها. أن إدارة عمليات التخلص من الكيمائيات السامة والمخلفات الخطرة الأخرى له تأثير هام على البيئة وخاصة بالنسبة لحماية نوعية المياه الجوفية كذلك فإن الكيمائيات الغير عضوية السامة وخاصة تلك من المعادن الثقيلة مثل الرصاص، الزئبق والكروم، والنيكل والزرنيخ هي كذلك يكون مصدرها الأنشطة الصناعية وتعتبر من المخلفات الخطرة. الزيوت يمكن أحيانا غسلها نحو المياه السطحية في مياه غسل الشوارع وانتظار السيارات كذلك فإن المياه الجوفية يمكن أن تتلوث نتيجة تسرب الوقود من الخزانات تحت سطح الأرض.

كذلك يحدث أحيانا الانسكاب للزيوت (الغير متعمد) من ناقلات الزيت الضخمة في مياه البحر بما يسبب خطأ بيئي كبير على البيئة البحرية، كذلك قد تتحرك انسكابات الزيت نحو الشاطئ بما يفسد مناطق الترويح والاستحمام. والمواد المشعة قد تصل إلى المسطحات المائية عن طريق الصرف الغير معالج لمخلفات الأنشطة البحثية والطبية الحاملة للمواد المشعة.

وعموماً فإن المخلفات السائلة التي تحتوى على مواد سامة عضوية أو غير عضوية أو مواد مشعة أو مواد قابلة للاشتعال أو الانفجار أو مواد شديدة الحموضة أو القلوية فإنه يتم التعامل معها كمواضع خطيرة وذلك بطرق خاصة بالمعالجة والتداول والتخلص الآمن.

التلوث الحرارى للمياه:

تعتبر الحرارة من ملوثات المياه نظراً للتأثير الضار الذى تحدثه على مستوى تركيز الأكسجين والكائنات المائية في المسطحات المائية بالنسبة لمياه التبريد المستخدمة في محطات إنتاج الطاقة والتي تزيد كمياتها عن أى استخدامات أخرى، والتي تحمل الحرارة عند مرورها خلال المكثفات في محطات إنتاج الطاقة (حيث يتحول البخار إلى ماء في المكثفات). درجة حرارة الماء المستخدم في التبريد يمكن أن تزداد بحوالى 15°م بعد تكثيفها لبخار الماء. صرف المياه الساخنة في المسطح المائى يسمى تلوث حرارى، ارتفاع درجة الحرارة يقلل من إذابة الأكسجين في الماء ويزيد

من معدل الأيض أى بناء ودثور برتوبلازم الخلايا (Metabolism) للكائنات المائية، وهذا يسبب التغير في الاتزان الإحيائي بين الكائنات الحية وبيئتها (Ecology) فى الماء. بعض الأسماك لا تستطيع العيش عند درجة حرارة أعلا من 25°م. كما أن بعض الأسماك يمكن أن تكون حياتها أفضل عند درجة حرارة دافئة حتى 35°م. ونظراً لأن اجناس مختلفة من الأسماك الكبيرة تفضل المياه الدافئة فإنه يتم أحياناً تسمية التلوث الحرارى بالوفرة الحرارية للإشارة إلى ما يسببه الدفئ للماء. ولكن رغم حقيقة أن كثيراً من الأسماك قد تتجمع قرب ماسورة الصرف لمياه التبريد من محطة الطاقة الحرارية، إلا أنه تظهر مشكلة عند التوقف المفاجئ لمحطة الطاقة بسبب الإصلاح، الانخفاض المفاجئ في درجة حرارة الماء يسبب الموت للأسماك بنسبة كبيرة، حيث تطفو آلاف الأسماك الميتة على سطح الماء أو يتم كسحها نحو الشاطئ. يمكن التحكم في التلوث الحرارى بتمرير مياه التبريد خلال برج التبريد أو بركة التبريد وذلك بعد خروجها من المكثف، الحرارة يمكن نشرها في الهواء أو فى الماء وعندئذ يمكن صرف المياه التبريد في المسطح المائى أو إعادتها بالضخ لإعادة استخدامه كمياه تبريد.

تعرية التربة والترسيبات:

أن التحرك الطبيعى لحبيبات التربة بواسطة الرياح أو الماء من مكان إلى آخر يسمى تآكل التربة أو تعريتها وهو يعتبر من المشاكل البيئية الحادة. التربة فى الأراضى الزراعية تعتبر مورد طبيعى ثمين والفقد لهذه التربة الخصبة فى حالة الاستخدام الغير رشيد يمكن أن يسبب كارثة، كما أن تعرية التربة تعتبر من بين المصادر الرئيسية لتلوث المياه.

حبيبات التربة العالقة فى الماء تعيق اختراق ضوء الشمس، وهذا بالتالى يقلل من نشاط التمثيل الضوئى للنباتات المائية والطحالب، بما يسبب الإرباك للاتزان الإحيائي للمسطح المائى. عند انخفاض سرعة الماء فى المجرى المائى فإن الأجسام العالقة ترسب فى قاع المجرى المائى أو البحيرة. خمود الرواسب فى القاع وتراكمها يحدث اضطراب فى دورة التكاثر للأسماك والكائنات المائية الأخرى. وقد تحدث التعرية أو البرى لأجناب المجرى المائى أو إزالة التربة من قاع المجرى نتيجة الحركة السريعة للمياه.

يمكن الحد من برى التربة بتغطية الأرض المحيطة للمسطح المائى بالنباتات والزرعات أو ببناء أحواض لتقاطع مع الحبيبات الحاملة لحبيبات التربة والتي يمكن

أن تكون مؤقتة أو مستديمة. تصميم الإنشاءات الأرضية لخفض ذروة الفيضانات والتدفقات العالقة. كما يمكن خفض سرعات التدفق بالاستقامة المناسبة للميول. كذلك يمكن حماية المجرى المائي بتبطين الأجناب بالكتل الحجرية أو بالحشائش أو الكتل الخرسانية.

تلوث المجرى المائي:

المجارى المائية كالأنهار والمصارف الزراعية هي مياه سطحية حيث فيها تتحرك الكتلة المائية باستمرار، وهي أقل عمقاً أو عرضاً من البحيرات كما أن فرصة تعرض مياهها لسطح الأرض كبيرة. المياه المتدفقة تحمل الطحالب أسفل المجرى المائي كما أنها تعميق نمو النباتات الجذرية على قاع المجرى.

المجارى المائية يمكن استعادة نقائها من تأثيرات التلوث طبيعياً بدون مخاطر بيئية كبيرة أو مستمرة وذلك لقدرتها على تحلل المخلفات العضوية القابلة للتحلل البيولوجي. تتوقف قدرة التنقية الذاتية للمجرى المائي على حجم وتركيز الملوثات وعلى تصرف المجرى المائي أو معدل تدفقه. تعتمد طاقة المجرى المائي في التنقية الذاتية على تأثيرات التخفيف للملوثات واستمرار التدفق للمياه، وبنفس الأهمية تأثير انتقال الأكسجين بين الهواء والماء، وهذا ما يسمى بإعادة التهوية. الأكسجين المذاب في الماء يتم تجديده باستمرار مع إذابة الهواء الجوي عند سطح الماء.

المجارى المائية ذات التدفقات السريعة والمضطربة يتم إعادة تهويتها أكثر من المجارى العميقة بطيئة التدفق، وذلك بسبب زيادة المساحة السطحية والالتصاق بين الهواء والماء في التدفقات المضطربة وجيدة الخلط. ولكن الكثافة السكانية العالية وزيادة الأنشطة التنموية والصناعية كانت السبب في عدم قدرة المجارى المائية والأنهار على المعالجة الذاتية لمخلفات الصرف الغير معالج، بما يتطلب عمل إجراءات وقائية بيئية للمجرى المائي. لذلك فإن عمل المعالجة لإزالة الكم الكافي من الحمل العضوي القابل للتحلل البيولوجي من مياه الصرف يكون كافياً لهذا الغرض، وهو أدنى مستوى مطلوب من المعالجة طبقاً لمعايير صرف مياه الصرف المعالج.

من المهم معرفة أنه ليس كل الملوثات يمكن معالجتها والتخلص منها بالطرق الطبيعية وهذا ينطبق على الملوثات العضوية الغير قابلة للتحلل البيولوجي (Non Bodegradable). حتى أن عملية التخفيف الطبيعية غير مؤثرة عند ترسيب هذه المواد المنبعه من قاع النهر. مثال لهذه الكيماويات المنيعه المبيد الحشري (Kepone)، (Polychlorinated Biphenol). هذه المواد قد تظل لحين إزالة الترسيبات من قاع النهر

ولكن عملية الإزالة قد تزيد من التلوث نتيجة تقليب الرواسب الملوثة للتخفيف (Dilution). عملية معالجة المخلفات في المجرى المائي تتم خلال عمليتين أساسيتين وهما:

(1) التخفيف والتهوية (2) وحدث العمليات البيولوجية التي تستخدم فيها الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في الماء الأكسجين المذاب لتقوم بتحليل الملوثات العضوية وتحولها إلى مواد غير ضارة. عند نقطة الصرف لمياه الصرف للمجرى المائي فإن عملية الخلط والتخفيف تتم في الحال ثم تقوم الكائنات الدقيقة باستغلال الأكسجين المذاب في الماء لتحلل المواد العضوية. تحت التيار وعلى مسافة يمكن تقديرها بنظم المحاكاة تتحلل المواد العضوية تحت التيار وعلى مسافة يمكن تقديرها بنظم المحاكاة تتحلل المواد العضوية وينتقل الأكسجين من الجو إلى الماء ويسترد المجرى المائي كم الأكسجين المذاب.

مناطق التلوث:

معظم المناطق المائية التي يحدث لها تلوث من مصدر معين للملوثات العضوية القابلة للتحلل البيولوجي يمكن وصفها في أربع مناطق هي:

المنطقة الأولى: وهي نقطة التحلل، والتي تكون أسفل نقطة الصرف للمخلفات، تتصف هذه المنطقة بوجود المواد الطافية والعكارة وأشكال مرئية أخرى للتلوث. مستوى الأكسجين المذاب يبدأ في الهبوط سريعاً في هذه النقطة. عند انخفاض مستوى الأكسجين المذاب إلى حوالي 40% من قيمة تشبعه، فإنه تبدأ منطقة التحلل النشط. عندئذ فإن الأجناس العالية من الكائنات المائية (مثل سمك السلمون) إما أن تموت أو تهاجر بعيداً عن المنطقة، وأن كانت بعض أنواع الأسماك ذات المقاومة العالية يمكنها أن تستمر. ترسيبات الحماة للمواد الصلبة العالقة يمكن أن تتكون في المجرى المائي، عندئذ تحدث حالات لاهوائية حيث تتحلل المواد العضوية لاهوائياً ويلاحظ ذلك نتيجة فقاعات غازية وحماة طافية ورائحة كريهة.

بعد تحلل معظم المواد العضوية بفعل البكتريا في الماء، فإن معدل إعادة التهوية (إذابة الأكسجين) يزيد من معدل انخفاض وإزالة الأكسجين. عند زيادة مستوى الأكسجين ثانياً إلى نسبة 40% من تركيز التشبع، تبدأ منطقة التنقية الذاتية. هذه المنطقة تتصف بالتنقية المتدرجة للماء بدون روائح منفرة، وإعادة ظهور الكائنات المائية.

بلى منطقة التنقية منطقة المياه النظيفة. هذه المنطقة تتصف بالماء النظيف والمستوى المرتفع من الأكسجين المذاب، البيئة المناسبة لحياة الكائنات المائية. ولكن عادة فإن نقط الصرف الأخرى أو المصادر العشوائية للتلوث يمكن أن تحدث تغيير في شكل مناطق التلوث هذه في المجرى المائي ولكن هذا النموذج يساعد في تفهم طبيعة تلوث المجرى وإيجاد الحلول الهندسية للمشكلة والتي تتضمن.

- سحب المياه من موقع مناسب فوق التيار لمكان الصرف.
- سحب المياه من أسفل سطح الماء بعمق لا يزيد عن واحد متر وبما يمكن من الحصول على مياه غنية بالأكسجين المذاب وذلك مع الغير في منسوب سطح الماء في المجرى المائي.
- تشديد الرقابة على المخالفات المتعلقة بإلقاء المخلفات أو الصرف العشوائي في المجرى المائي فوق التيار لموقع المأخذ الذي تم اختياره.

الفصل السادس عشر

16

تلوث البحيرات

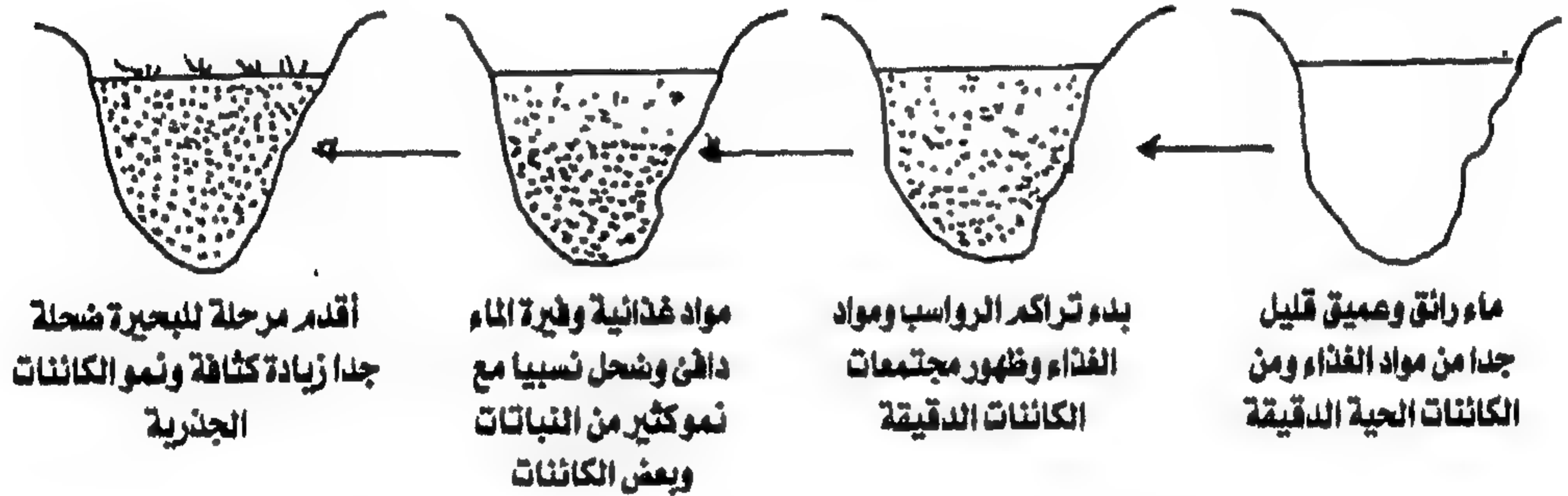
تلوث البحيرات الطبيعية أو الصناعية (الخزانات) يسبب مشاكل ولكنها تختلف عن المشاكل التي يسببها تلوث المجارى المائية أو الأنهار. هذا أساساً يسبب الخواص الطبيعية، حيث الماء فى المجرى المائى دائم الحركة ويوفر أداء الدفق للملوثات القادمة، ولكن فى البحيرات المياه لا تتحرك كثيراً وعلى الإطلاق وهى تحتجز لفترة زمنية طويلة. فى بعض الأحيان الملوثات التى تم صرفها فى البحيرة يمكن أن تظل هناك لسنين طويلة. البحيرات تتأثر كذلك كثيراً بفعل التغيرات الموسمية فى درجات الحرارة. فى المجارى المائية تؤثر الملوثات العضوية على حالة الأكسجين. أما فى البحيرات تكون نوعية المياه أكثر اعتماداً على الغذاء النباتى أكثر منه على المواد العضوية فى مياه الصرف. فأملاح الفوسفات والنترات هما أهم غذاء أساسى للنباتات، فعند تراكم الملوثات المحتوية على تلك الأملاح فإن النباتات المائية الجذرية والطحالب حرة الطفو يمكن أن تنمو بوفرة. الطحالب والنباتات المائية تموت أحياناً وترسب فى قاع البحيرة، حيث تتحلل بفعل البكتريا والبروتوزوا، وهذا يسبب خفض فى الأكسجين المذاب فى أجزاء من البحيرة. زيادة نمو وتكاثر الطحالب أو السحب الطحلبية يمكن أن يكون غطاءً من القاذورات الطافية على سطح الماء. النمو الكثيف للنباتات الذى يحدث على طول الشاطئ يمكن أن تعيق حركة القوارب وعمليات صيد الأسماك، كما أن البحيرة التى تعاني من السحب الطحلبية ليست منتجاً جيداً للترفيه والاستمتاع. هذا بالإضافة إلى أنه فى حالة استخدام مياه البحيرة فى إمدادات المياه للشرب والاستخدام المنزلى فإن هذه الطحالب تزيد من تكاليف معالجة المياه حيث الخلايا البنائية المجهرية تميل إلى إحداث انسداد فى مسام المرشح فى محطة المعالجة بما يتطلب زيادة معدل نظافة المرشحات. كذلك فإنه يمكن أن يكون مطلوباً كيماويات إضافية للمساعدة فى الحد من المذاق والرائحة للمياه التى يسببها وجود الطحالب. النباتات التى تحللت ومواد التربة التى تحمل إلى البحيرة تتراكم بالتدرج فى شكل رواسب عند قاع البحيرة. مع انخفاض منسوب المياه وبالتالي زيادة الدفق فإن ميزان الكائنات المائية يتأثر حيث أصناف مهاجرة وأخرى تعود وهكذا.

فرط النمو الطحلبى وتعفنه فى البحيرة (EUTROPHICATION)

البحيرات لها دور حياة طبيعية. معظم البحيرات تبدأ جيولوجياً ككتلة مائية رقيقة عميقة. فى هذه الحالة فإنها تسمى بحيرات فقيرة الغذاء وغنية بالأكسجين (oligotrophic). وهذه عادة يكون لها قاع رملى أو حجرى، وقليل جداً من الغذاء وندرة الحياة النباتية أو السمكية. بعد سنين تتراكم المواد الغذائية ببطئ وتدخل كائنات أكثر من مجارى الدخول وما قد يحيط بها. الرواسب الغرينية الرملية (Silty) تبدأ فى

التكوين عند القاع مع مرور البحيرة خلال مرحلة التغذية المتوسطة (Mesotrophic) من وجودها.

مرحلة النماء الطحلبى للدورة الحياتية للبحيرة تتصف بضحالة دفى المياه، مع الغذاء الكافى لغذاء الأعداد الكبيرة من الكائنات النباتية والأسماك. فى بحيرة النماء الطحلبى يوجد أحياناً النمو الطحلبى فى شكل سحبات من الطحالب فى الماء، كما سبق توضيحه وفى أوقات معينة من العام فإن الماء عند القاع قد يكون خالياً تماماً من الأكسجين. زيادة نمو الطحلبى وتعفنه يؤدى إلى شيخوخة البحيرة أو ما يسمى بالبحيرة الهرمة (Senescent lake) والتي تتصف بالترسيبات الكثيفة من الغرين العضوى والمستويات المرتفعة من مواد الغذاء. البحيرات الهرمة تكون شديدة الضحالة مع زيادة نمو النباتات الجذرية خلال البحيرة قد يصل حال البحيرة إلى ما يسمى بالمستقع مع استمرار العمليات الجيولوجية والبيئية الطبيعية. شيخوخة البحيرة مراحلها الأربعة موضحة فى الشكل (16/1).



شكل (16/1) المراحل الأربع لعمر البحيرة - كل البحيرات

تمر من خلال المراحل الأربع

مرادفاً للتلوث عند الإشارة إلى البحيرات، ربما يكون ذلك لأن الصفة الأكثر دقة للمشكلة تكون النمو الطحلبى المستتب هو تعجيل وإسراع للشيخوخة الطبيعية للبحيرة بسبب الأنشطة الأدمية فى حوض البحيرة أو روافد تغذيتها.

الحد من النمو الطحلبى المستتب:

حوالى ثلث البحيرات فى بعض دول العالم أصبح فاسداً بدرجة كبيرة وذلك نتيجة للنمو الحلبى، حيث يعيش السكان على مسافة حوالى خمسة أميال من البحيرة. مخلفات الصرف الصحى المعالج وتدفقات مياه الأمطار السطحية تحمل كميات كبيرة من مواد

الغذاء للنباتات المائية (الطحالب) في هذه البحيرات بما يعجل من عملية النمو الطحلبى وتعفن النباتات المائية وانخفاض المحتوى من الأكسجين المذاب في الماء.

مركبات الفوسفور والنيتروجين هما من أهم مواد الغذاء للنبات. ولكن الفوسفور يعتبر العامل الحدى ويحتاج إلى درجة عالية من التحكم. إنه يلزم فقط تركيز الفوسفور الغير عضوى حوالى 0.02 ملجرام فى اللتر ليسبب وجود سحابة طحلبية فى مياه البحيرة، ولكن النيتروجين الغير عضوى يمكن أن يكون تركيزه أكبر من عشرة أضعاف هذا المستوى. فى حالة المحافظة على تركيزات الفوسفور أن تكون أقل من 0.02 ملجرام فى اللتر فإنه عادة لا يحدث نمو كبير للطحالب.

فى المناطق حيث معظم مدخلات الغذاء (الفوسفور والنيتروجين) من مناطق مختلفة، مثل التدفقات السطحية من المساحات الزراعية، فإن طرق المعالجة المتقدمة لمياه الصرف الصحى تصبح ذات قيمة ضعيفة كطريقة للتحكم. الاستخدام الرشيد للأسمدة، وكذلك التحكم فى أبخرة التربة، حيود تدفقات المياه السطحية يساعد فى حماية البحيرات فى المناطق الزراعية. الطرق الأخرى لخفض مدخلات الغذاء هى بتحويل تدفقات مياه الصرف الصحى المعالجة حول البحيرة فى كتلة مائية أخرى مثل، المجرى المائى والذى يكون أقل حساسية لمواد الغذاء. المصدر الآخر للتلوث بمواد الغذاء فى البحيرات هو التسرب تحت السطح من نظم الصرف تحت السطح لمخلفات الصرف الصحى مثل خزانات التحليل (septic Tanks). فقد ثبت من الدراسات التى قامت بها وكالة حماية البيئة (EPA) أن كل خزانات التحليل للصرف الصحى على مساحة حتى 90 متر من البحيرة يمكن أن تساهم فى وصول الغذاء الطحلبى إلى البحيرة. درجة هذا التلوث تعتمد على عمق المياه الجوفية والطبقة الصخرية ومكونات التربة الحاملة. يمكن الحد من المضايقات والمشاكل التى يسببها النمو الطحلبى فى البحيرات والخزانات مؤقتاً بأحد الطرق الآتية:

* استخدام كبريتات النحاس لتقل الطحالب حيث تكون الجرعة مناسبة ومدققة بحذر لتكون غير قاتلة للأسماك. بدلاً عن الكيماويات يمكن استخدام تجهيزات قطع تحت الماء مركبة على قوارب لقطع النباتات المائية ذات الجذور، وكذلك يمكن استخدام الشباك (Dredges) لإزالة الترسيبات ولكن هذه الطرق ليست عملية فى حالة الكتل المائية الضخمة ولذلك تكون الوقاية هى بتجنب مسببات النمو الطحلبى والتى هى خير من العلاج. لذلك فإن خطة وزارة الزراعة التى بنيت على أساس تنمية شواطئ

بحيرة ناصر يجب إعادة النظر فيها أو تجنب مخاطر هذه التنمية على البيئة المائية للبحيرة وها يتطلب المراجعة وتقييم الأثر البيئي على البحيرة.

الطبقات الحرارية (THERMAL STRATIFICATION)

البحيرات والخزانات تتأثر بالتغيرات الموسمية لدرجة الحرارة. هذه التأثيرات تسبب وجود طبقات من الماء وكذلك خلط أو انقلاب بسبب اختلافات درجة الحرارة. كلا من وجود الطبقات الحرارية والانقلاب الموسمي يمكن أن يكون لهما آثاراً كبيرة على تلوث ونوعية مياه البحيرة. تحدث دورة الطبقات والانقلاب مرتين فى العام، ولكن فى المناخ الدافئ حيث لا يحدث تجميد للمياه فإن الدورة تحدث مرة واحدة فى العام.

تكون الطبقات بسبب اختلافات درجة الحرارة فى مياه البحيرة مرتبط إلى حد كبير بشهور الصيف الحارة. مياه البحيرة تصبح دافئة بفعل الهواء الدافئة والمياه الدافئة تكون طبقة عليا تسمى الطبقة البحرية السطحية (Epilimnion). المياه الأبرد وبالتالي الأكثر كثافة تظل عند القاع فى طبقة تسمى طبقة المياه الباردة السفلى فى البحيرة (Hypolimnion). طبقة من الماء رقيقة جداً مع الانخفاض السريع فى درجة الحرارة من القمة إلى القاع والتي تسمى طبقة المنحدر الحرارى (Thermocline) تفصل كلاً من الطبقة البحرية السطحية وطبقة المياه الباردة السفلى فى القاع. تعمل طبقة المنحدر الحرارى هذه كحاجز طبيعى الذى يحد من خلط المياه ما بين الطبقات العليا والسفلى للبحيرة. وهنا موضع فى الشكل (16/2-أ)

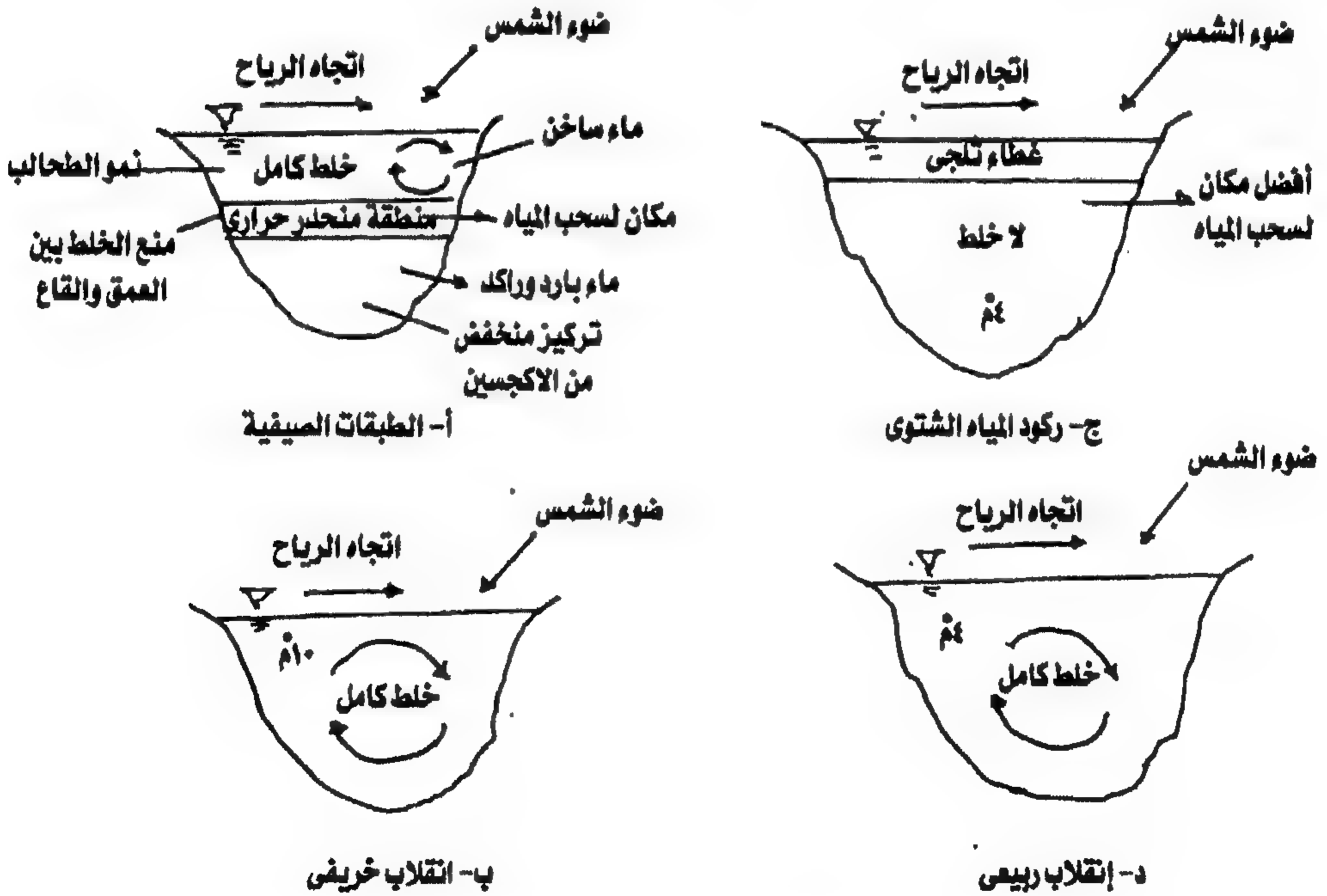
المياه الدافئة فى الطبقة السطحية تختلط بالرياح وتستقبل طاقة من الشمس بما يمكنها من نمو الطحالب. هذا الماء العكر نسبياً يعيق احتراق ضوء الشمس إلى أعماق كبيرة. طبقة المياه الباردة السفلى الراكدة تكون باردة ومظلمة نسبياً. لهذا فإن بعض أنواع الأسماك تفضل هذه البيئة الباردة المظلمة، ولكن المياه عند القاع قد تكون ذات نوعية غير جيدة وخاصة فى البحيرة متوسطة التغذية (Mesotrophic). تحلل الرواسب فى القاع يمكن أن يسبب خفض فى الأكسجين المذاب فى هذه المنطقة. أحياناً تحدث حالات لا هوائية عند قاع البحيرة. مع انخفاض درجة حرارة الهواء الجوى أثناء شهور الخريف فإن ماء الطبقة السطحية يبرد ويصبح أثر كثافة ويبدأ فى الهبوط نحو قاع البحيرة.

أحياناً تصبح البحيرة تامة الخلط وتختفى الطبقات الواضحة جداً فى فصل الصيف. هذه الدورة والتي تسمى (Fall over turn) أى سقوط الانقلاب موضحة فى الشكل (16/2-ب).

تلوث البحيرات

فى شهور الشتاء الباردة، عندما تغطى الثلوج سطح البحيرة (وهذا غير وارد فى البلاد ذات المياه الدافئة) تحدث حالة من الركود الشتوى. ثم فى الربيع وعند ذوبان الجليد وارتفاع درجة الحرارة أعلا من 4°C التى عندها تزداد كثافة الماء) فإنه يبدأ فى الهبوط نحو القاع. وبمساعدة الرياح فإن كل البحيرة تصبح تامة الخلط ثانياً، وهذا ما يسمى الانقلاب الربيعى (Spring over turn).

الركود الشتوى والانقلاب الربيعى موضح فى الشكل (16/2 - ج). وإذا كانت هذه الدراسة ذات أهمية للبحيرات العذبة والتى هى مصدر لمياه الشرب والثروة السمكية إلا أنه يمكن توضيح أن مياه بحيرة ناصر عند خروجها من البحيرة وتدفقها فى مجرى النهر عند أسوان تتحسن نوعيتها إلى حد كبير، ولكن آثار الملوثات تظل كامنة فى البحيرة. وقد بدأ هذا واضحاً فى بحيرات الشمال والغرب حيث شاخت وهرمت وقاربت على أن تصبح سبخات وليست بحيرات. وهذا يتطلب تقييم الأثر البيئى لكل البحيرات العذبة والمالحة مع وضع الضوابط اللازمة للمحافظة على نوعية المياه والكائنات المائية ومن ثم حماية البيئة والصحة العامة.



شكل (16/2) الطبقات الموسمية والخلط للبحيرة أو الخزان

له تأثير على نوعية المياه

نوعية المياه في البحيرات العذبة:

البحيرات والخزانات المستخدمة في إمدادات المياه، يكون الركود والانقلاب له تأثير كبير على نوعية المياه. أثناء السقوط للإنقلاب كمثال، تصبح المياه ذات النوعية المتدنية في القاع (والتي تسمى طبقة القاع الباردة) تامة الخلط خلال كل حجم البحيرة. وهذا عادة يزيد من مشكلة المذاق والرائحة في المياه المعالجة بالطريقة التقليدية إلا في حالة عمل خطوات إضافية في عملية المعالجة (مثل استخدام حبيبات الكربون المنشط في المرشحات). إنشاءات مأخذ المياه يمكن بنائها في البحيرة بحيث تكون بوابات الدخول والمحابس متاحة عند أعماق مختلفة. هذا يوفر المرونة في التشغيل وكذلك إمكانية الحصول على المياه ذات النوعية الجيدة وضخها إلى وحدة المعالجة. أثناء فصل الشتاء تكون أفضل نوعية للمياه عند سحبها أسفل سطح الماء مباشرة. (أو أسفل الغطاء الثلجي في حالة وجوده في الدول ذات المناخ البارد). في الصيف تكون المياه السطحية ومياه القاع ذات نوعية متدنية. في هذا الوقت من العام، أفضل نوعية للمياه يتم سحبها من عمق أسفل طبقة المنحدر الحراري مباشرة.

تمت محاولات لعدد من الطرق لخفض التأثيرات الضارة للطبقات الحرارية. عند انخفاض الأكسجين المذاب وزيادة النشاط اللاهوائي في طبقة المياه الباردة السفلى في البحيرة، فإنه أحياناً يتم نشر الهواء المضغوط خلال مواسير مثقبة موضوعة عند قاع البحيرة لرفع مستوى الأكسجين المذاب في الماء. وأحياناً يكون الخلط الميكانيكي والخلط للطبقات مؤثراً لتحسين نوعية المياه. أحد الطرق هي ضخ مياه القاع الباردة نحو السطح. المياه الباردة تعمل على خفض مشاكل الطحالب وبذا تقل مشاكل المذاق والرائحة.

الفصل السابع عشر

17

خفف حدة الصوت

Noise Abatement

العام :

كما في حالة المخلفات الكيماوية أو الدخان أو مخلفات الصرف الصحي فإن الصوت يسبب تلوث للمجال البيئي، ولذلك فإنه يتطلب الانتباه اللازم. الصوت ينتج عند ضغط جزء من الجو فجأة، عندما يكون الهواء مرناً فإن الجسيمات المضطربة أصلاً تحدث بالتالي اضطرابات للجسيمات المجاورة، أخيراً ينتشر الضغط ويتقدم بعيداً عن المصدر بهذا فإن الصوت يسير في شكل موجات (Waves) وعند وصول هذه الموجات قريباً من طبلة الأذن فإننا نشعر بإحساس السمع.

عندما تكون الموجات الصوتية دورية ومنسقة (Period) ومنتظمة ولفترة طويلة، فإنها تنتج تأثير مسار. ومثل هذا الصوت يعرف بالصوت الموسيقي، على العكس عندما تكون الموجات الصوتية ليست دورية ومنسقة وغير منتظمة ولفترة قصيرة، فإنها تنتج تأثير غير مسار مثل هذا الصوت (Sound) يعرف بالضجيج أو الضوضاء (Noise).

إنه الضغط الذي عنده مصدر الصوت، في عدم وجود أي ضوضاء، يصبح مسموعاً أولاً. بالنسبة لشخص متوسط العمر وله قوة السمع العادية، يكون ضغط السمع حوالي 2×10^{-5} نيوتن/المتر المربع ($2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$) الصوت يصبح أعلا مع زيادة الضغط حتى ضغط حوالي 20 نيوتن/المتر المربع (20 N/m^2). الصوت يمكن إحساسه غالباً، هذا يعرف بالبداية أو بداية الإحساس (Threshold).

قياس الصوت: (MEASUREMENT OF SOUND)

شدة الصوت تقاس على مستوى لوغاريتمي بسبب المجال المتسع لتغير شدة الصوت، وحدة قياس الصوت هو (بيل) والتي هي كبيرة إلى حد ما ولذلك، فإن الديسي بيل الذي اختصار (db) والذي يساوي $10/1$ من البيل هو المستخدم.

مجال الصوت المسموح للضجيج المؤلم يتغير من واحد إلى 10^{13} ولكن هذا المجال الواسع يغطي بالمقياس اللوغاريتمي ما بين 1 إلى 130 وحدات ديسي بيل (1-130 db units). وحدة ديسي بيل واحدة هي تقريباً أصغر تغير لشدة الصوت، الذي يمكن لأذن الإنسان أن تدركه، الجدول الآتي يعطي بعض من مستويات الصوت النموذجية.

جدول (7/1) بعض مستويات الصوت النموذجية

م	مصدر المكان	مستوى الصوت ديسي بيل
1	بداية السمع (غير مسموع)	صفر
2	خفيف الأوراق بسبب الريح الخفيف	20
3	الهمس الهادئ	30
4	التحول عند مسافة 1 متر	40
5	الكلام الهادئ	50
6	مكتب متوسط	55
7	محل صغير	60
8	حركة مرور في شارع مزدحم	70
9	طباعة الصحف	80
10	مصنع كبير	90
11	غلاية مصنع	110
12	الضجيج العالي المصاحب للإضاءة	120
13	ضجيج الطائرة عند مسافة 3 متر (مؤلم)	130

منعكس سمعي (ACOUSTIC REFLEX)

المصطلح "منعكس سمعي" يستخدم بقصد الآلية التي بها تعود الأذن للاستجابة للصوت عند سماعه.

مستويات الضجيج المقبولة (ACCEPTABLE NOISE LEVELS)

أقصى مستوى للضجيج الذي لا يضايق الموجودين ولا يتلف السمعيات (Acoustics) للمبنى (أي خصائص انتقال الصوت) يسمى مستويات الضجيج المقبول داخل المبنى وهو يعتمد على العوامل الآتية:

1. طبيعة الصوت (الضجيج).
2. نوع المبنى واستخدامه.
3. وقت تردد الصوت (الضجيج).
4. خلفية الصوت (الضجيج).

الجدول (7/2) الأتي يبين مستويات الضجيج المقبولة لمختلف المنشآت من وجهة النظر الاقتصادية، الراحة والاعتبارات العملية للظروف السائدة.

م	نوع المبنى	مستوى الصوت المقبول db
1	ستوديو الراديو والتليفزيون	30 - 25
2	حجرات الموسيقى	40 - 35
3	المكتبات	45 - 40
4	دور العلاج	45 - 40
5	المدارس	50 - 45
6	المطاعم	55 - 45
7	البنوك	60 - 50
8	المصانع	65 - 60

شدة موجة الصوت المرتبطة مع خواص الاستقبال: استقباله للأذن يعرف بالجهاز أو ارتفاع الصوت (Loudness). المضايقة تكون نتيجة كلا من الضجيج (Noise) وارتفاع الصوت (Loudness). بسبب المضايقة، الضوضاء ذات التهديد لجسم الإنسان هي تلك ذات الدرجات العالية (High Pitch)، سعة موجة عالية (High Amplitude)، وطبقة الصوت أو النغم ضعيف (Poorest Tone)، واستمرار أطول. لا يوجد نشاط حالياً في المجال التكنولوجي الذي لا يساهم بطريقة أو بأخرى في التلوث الضوضائي في الواقع تلوث الضوضاء أصبح الآن جزء من البيئة الحياتية وأسلوب الحياة.

تأثيرات الضوضاء (EFFECT OF NOISE)

الآتي هي التأثيرات الهامة للضوضاء:

1. خفض كفاءة العمالة.
2. خلق حالات إعاقة غير مريحة.
3. لوحظ أن الضوضاء لها علاقة بضغط الدم، في الإجهاد العضلي، حتى عند النوم.
4. تؤدي إلى الإجهاد وبالتالي كفاءة الشخص المعرض للضوضاء تقل كثيراً.
5. وجود الضوضاء يلغي الإحساس بالموسيقى والكلام.

6. التعرض للضوضاء لمدة طويلة قد ينتج عنه صمم مؤقت أو انهيار عصبى
7. يؤدي إلى الحساسية العصبية، الإجهاد وبعض الانفعالات النفسية.
8. قد تؤدي إلى خفض في النشاط المعوي، الدوار، ارتفاع في التنفس، خفض المقاومة الكهربائية في الجلد..الخ.
9. يمكن أن تتداخل مع الاتصالات الكلامية.

عتبة السمع: (THRESHOLD OF HEARING)

مقاومة التلوث السمعي (Control Of Noise Pollution)

قد لا يكون من الممكن مقاومة كل الأصوات المزعجة كلية، ولكن المحاولات يجب أن يتم توجيهها للخفض عند المصدر، خفض الأفراد المعرضين، خفض التعرض..الخ، الصوت المزعج (الضجيجي) يمكن أن يكون محمولاً بواسطة الهواء أو بواسطة المنشأ.

الإجراءات التالية يمكن أخذها لخفض التلوث السمعي:

1. مساعدات حماية الأذن في الصناعات المحدثه للأصوات العالية فإن العمال يجب أن يتم تزويدهم بمساعدات الحماية مثل سدادة الأذن من المطاط أو البلاستيك الطري، سماعات الرأس..الخ.
2. تصميم الأبواب والنوافذ لخفض الأصوات العالية يكون من الضروري التصميم الحذر للأبواب والنوافذ للغرفة، الصوت يسير خلال الشقوق الصغيرة جداً بين الباب والجدار، الفاصل بين كتف الباب أو النافذة والإطار يمكن ملؤه بمادة ماصة للصوت.
3. الإحاطة والتسوير: الطريقة العملية الجيدة لخفض الصوت العالى في نظام هي بتوفير الإحاطة، والحواجز بحيث أن بعض الموجات الصوتية يمكن قطعها وتوقفها عن الانتشار الإحاطة والحوافز يمكن أن تنشأ من مود البناء العادية، بعض من مواد الرصاص يمكن استخدامها بنجاح للحد من التلوث الصوتي.
4. إجراءات قانونية: يجب متابعة الإجراءات القانونية الموجودة خاصة خلال احتفالات الزواج وأعياد الميلاد..الخ.
5. زراعة الأشجار: المفهوم الجديد الذي لاقى قبولاً هو زراعة الأشجار قريباً من المدارس، دور العلاج، الأماكن العامة، ذلك لأن الأشجار تقلل من حدة الصوت بحوالى من 8 - 10 ديسي بيل (db).

6. التخطيط العمراني: الاهتزازات من المصادر الخارجية مثل السكك الحديدية، السيارات، المصانع..الخ، تخلق صوت محمول بالمنشأة الطريقة المؤثرة لخفض هذا النوع من الأصوات هو بعمل تخطيط عمراني جيد يتضمن تقسيم المدينة إلى مناطق مناسبة ومنطقة سكنية توضع بعيداً عن الشوارع الرئيسية، السكك الحديدية، المصانع..الخ.
7. استخدام المرشحات أو المسكنات (Silencers): هذه الطريقة قابلة للتطبيق للحد من الصوت المنبعث من مواسير الغازات أو البخار (Ducts) العوادم، حيث نهايتها يجب أن تكون مفتوحة إلى المجال الخارجي، لهذا الغرض، يمكن استخدام الصوف الزجاجي، أو الصوف المعدني المغطى بطبقة من المعدن المثقب للحماية الميكانيكية.
8. خفض الاهتزازات (Vibration Damping): في نظام محاولة خفض الاهتزازات يمكن استخدام طبقة من مادة التخميد في شكل حشية أو وسادة مطاطية مصنوعة من المطاط، أو الفلين، أو النيوبرين أو البلاستيك للاهتزازات عالية التردد، ينصح بعمل قاعدة قوية للماكينة الهزازة.

الفصل الثامن عشر

18

دراسات الأثر البيئي والفحص والتدقيق

Environmental Impact Studies and Audits

تقليدياً، عملية التخطيط للمشروعات الإنشائية للهندسة المدنية دائماً تتضمن مشاكل فنية واقتصادية. لقد كان حتى 1970 حيث أدخل الأثر البيئي ضمن عملية تخطيط المشروع. لهذا فقد قامت الحكومات بإدخال التخطيط البيئي المتقن في خطط استخدام الأراضي وقوانين التخطيط العمراني لتقسيمات الأراضي. والآن، حتى المشروع الإنشائي الصغير بالملكية الخاصة يجب أن يتضمن دراسة الأثر البيئي قبل الموافقة على المشروع. كثيراً من المنشآت الصناعية المقامة يتم كذلك فحصها وتدقيقها لتطابق القوانين البيئية والأغراض الأخرى. من المهم لكل القائمين على التصميم والإنشاء أن يكون لديهم التفهم لأساسيات دراسات الأثر البيئي والفحص والتدقيق البيئي وكيف يمكن استخدامهم.

1. ما هو تقييم "الأثر البيئي"

WHAT ENVIRONMENTAL IMPACT STATEMENT (EIS)

تقييم الأثر البيئي لمشروع مقترح هو تقرير مكتوب الذي يلخص نتائج عملية المراجعة التفصيلية البيئية. كتابة تقييم الأثر البيئي تسبقه خطوتين، أولاً: يجب عمل بيان بيئي تفصيلي للموقع وجوار المشروع المقترح. هذا البيان التفصيلي يشمل الوصف المتقن للبيئة الطبيعية الموجودة ويعمل كأساس لتقييم الآثار المحتملة للمشروع. الخطوة الثانية تقييم مصنف كلي، هذا التقييم، الجزء الحاسم في تقدير الأثر البيئي، تعريف وتحليل حجم السلبات البيئية الناتجة عن المشروع، هذا التحليل يشمل استنتاج كل التغيرات البيئية الممكنة وكذلك اعتبار حجم والأهمية الكلية لتلك التغيرات. في كثير من عمليات التقييم، تجرى محاولة لقياس ووصف نوعية الأثر البيئي في تعبيرات كمية أو رقمية. الشكل العام لوثيقة تقدير الأثر البيئي أو التقرير قد يتغير إلى حد ما، طبقاً للجهة الطالبة التي سوف تقوم بالمراجعة والموافقة عليه. عموماً، هذه الموضوعات تكون ضمن المسودة الأخيرة لتقدير الأثر البيئي وهي:

1. وصف البيئة الموجودة.
2. وصف المشروع المقترح.
3. التقييم البيئي.
4. الآثار البيئية السلبية التي لا يمكن تجنبها.
5. الآثار الثانوية أو الغير مباشرة.
6. طرق التقليل من الآثار الضارة.
7. البدائل للمشروع المقترح.

8. صعوبة إلغاء استخدام الطاقة والموارد.

9. اعتبارات المشاركة والمراجعة المجتمعية.

تقدير الأثر البيئي يعنى به استخدامه كأداة تخطيط واتخاذ القرار. من المفترض أن تكون هادفاً وغير منحاز، ولا يعنى به لتشجيع أو إعاقة تنفيذ المشروع المقترح. الفائدة الكبيرة لعملية تقدير الأثر البيئي هي أن ما له علاقة بالبيئة يجب اختباره بإتقان، والفرص بالنسبة للتلفيات الغير متوقعة أو الحادة بسبب إقامة هذا المشروع يتم إقلالها إلى حد كبير.

لسوء الحظ فإنه أحياناً تستخدم تقارير تقييم الأثر البيئي أحياناً أما لتزكية إقامة مشروع أو للإيقاف الكامل لمشروع قائم. النقد الذى يوجه عادة لتقييم الأثر البيئي هي أنه قد يفرض أحياناً على المشروعات الصغيرة بدون أسباب مبررة. ولكن دور التقييم للأثر البيئي كأداة للتخطيط البيئي مازال قائماً. يمكن أن نتوقع العودة إلى النقطة حيث يمكن تحقيق حماية البيئة بطريقة اقتصادية، نظراً لأن هذا من اهتمامات تكنولوجيا الإنشاءات المدنية، فإن بعض الظواهر الأساسية لتقييم الأثر البيئي سوف يتم مناقشتها.

وصف الوضع البيئي:

DESCRIPTION OF THE EXISTING ENVIRONMENT

الهدف الأساسى من الدراسة البيئية هو إحباط أى آثار من المشروع المقترح إنشاؤه على البيئة، من الضرورى أولاً توفير الصورة الدقيقة المتقنة عن الظروف البيئية الحالية عند وقريباً من الموقع المقترح.

أحياناً يكون متاح مسبقاً تقرير بيئي تفصيلي لكل المدينة، عادة ورغم هذا فإن الطاقم المكلف بإعداد التقييم للأثر البيئي يجب يقوم بدراسة حقلية بيئية أكثر تحديداً وأكثر تفصيلاً.

الوصف التفصيلي للموارد الطبيعية الموجودة والمرافق الحضرية القريبة من موقع المشروع يشمل البيانات الآتية:

1- جيولوجيا التربة وطبوغرافية الأرض: وهذا يشمل وصف أنواع الطبقة الصخرية التى تقع تحت الموقع، أنواع التربة وخواصها، الميول الأرضية الموجودة أو الطبوغرافية. إمكان تآكل ونحت التربة يعتبر عامل هام بالتحديد، مثل معدلات التدفق السفلى، العمق حتى منسوب المياه الجوفية، وأماكن إعادة التغذية للخزان الجوفى.

2- مصادر المياه: المجارى المائية والمسطحات العذبة القريبة من موقع المشروع يتم دراستها ووصفها، البيانات عن نوعية المياه السطحية والمياه الجوفية يتم تناولها

مثل إطارات الصرف، مخاطر الفيضان، معدلات التدفق للمجرى المائي. يتم تقييم معدلات سقوط الأمطار المتاحة أو المطورة لإمكان اتخاذ الإجراءات المناسبة للتأكد من عدم زيادتها فيما بعد.

3- النباتات والكائنات البرية: نوع ومدى توفر الزراعات الخشبية ونمو النباتات في الموقع يتم وصفها وكذلك الوصف التفصيلي لأي أجناس نادرة أو وحيدة، أنواع الحيوانات المستخدمة للموقع يتم كذلك مناقشتها، ووجود أي أنواع معرضة للخطر يتم تعيينه، عادة بيانات المصادر البيئية يتم توثيقها بالرسوم التوضيحية لزيادة الإيضاح.

4- نوعية الهواء والصوت: يتم الحصول على بيانات الحالة الهوائية الموجودة وتقييمها، وكذلك يتم دراسة وتلخيص الحالات المحلية مثل متوسط سرعة الرياح، واتجاهاتها، ومعدل التغير في درجات الحرارة، يتم تقييم مستويات الصوت وفترات حدوثه ومدته القريبة من الموقع.

5- النقل: يتم وصف الوسائل الموجودة للنقل بما فيها السيارات، القطارات، الطائرات، وحجم الحركة المرورية، وكذلك طاقة وشبكة السكك الحديدية.

6- المرافق العامة: مكان وطاقة مصادر الإمداد بالمياه القريبة ونظم الصرف الصحي يتم وصفها على مخطط الموقع، يتم كذلك تقييم الغاز، التليفونات، الكهرباء وخدمة جمع المخلفات في المنطقة.

7- التعداد، استخدامات الأراضي، واقتصاديات المجتمع: يتم دراسة ووصف كثافات السكان الحاليين والإطار العام لاستخدامات الأراضي بما فيها المناطق السكنية، التجارية، الصناعية، الزراعية، المستويات الاقتصادية والدخول المحلية، طاقة المدارس، مقاومة الحريق، والخدمة الشرطية في المنطقة كل هذا يتم تقييمه.

8- الملامح التاريخية والثقافية: احتمال وجود موقع للآثار خلال حدود المشروع يتم بحثه، أماكن العلامات التاريخية، المتاحف، أو المكتبات يتم وصفه، أي ظاهرة فريدة ذات ناحية جمالية، مثل المناظر الجمالية الطبيعية، أو المناطق المتبقية كمساحات فضاء يتم ملاحظتها.

وصف المشروع المقترح:

بالإضافة إلى الوصف البيئي التفصيلي الكامل، فإنه يكون من الضروري توفير صورة واضحة عن طبيعة وحدود المشروع المقترح. رغم أنه ليس المطلوب خريطة أو مخطط هندسي تفصيلي، إلا أنه يجب عمل مخطط أولي متاح بمعرفة صاحب

المشروع. هذا المخطط يجب أن يكون شاملاً بما يحقق التقييم ذو المعنى للآثار البيئية. المهندس الاستشاري أو المعمارى المنوط بهم التطوير يجب أن يوفر معلومات متعلقة بالمساحة الكلية للمشروع، عدد قطع أراضى البناء، التوزيع النسبى للخدمات السكانية، التجارية، الصناعية وأى بيانات أخرى. مخطط أولى لتوضيح الاستقامة المقترحة وتدرج الطرق يجب إعداده. يتم توضيح ارتفاعات الدور الأول للمنشآت المقترحة وأى تغيرات متعلقة بالطبوغرافيا.

يجب توضيح نظام صرف مياه الأمطار، بما فيه خطوط المواسير تحت سطح الأرض وأى خزانات لحجز مياه الأمطار، يتم إظهار نقط صرف مياه الأمطار، يتم إرفاق المخططات للإمدادات المقترحة للمياه ونظام جمع مياه الصرف، مبيناً مكان وطاقت خطوط المواسير وأى منافع أخرى. فى بعض الحالات يكون المطلوب معلومات عن نوع الإنشاء، والمناظر الطبيعية، والقيمة السوقية المتوقعة للمرافق والخدمات المنشأة.

تقييم الآثار البيئية:

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT

المهمة الأولى لطريقة تقييم الأثر البيئى هى التنبؤ بالتأثيرات الضارة (والمفيدة) للمشروع المقترح على البيئة الطبيعية والبيئة الحضرية، يتم ذلك بما يمكن من اتخاذ الإجراءات ليقال أو لمنع حدوث الآثار الضارة عند تنفيذ المشروع، التنبؤ أو تقييم الآثار البيئية ليس بالعمل السهل، فيجب تنفيذه بواسطة طاقم متعدد المعارف والتخصصات حيث يشمل المهندسين المدنيين، والفنيين، الجيولوجيين، مخططوا المجتمعات الحضرية، ومتخصصوا البيولوجيا أو الإيكولوجى. بالنسبة للمشروعات الضخمة والمعقدة وبالتحديد بالنسبة للقرارات البيئية الحساسة، فإن الطاقم يمكن أن يشمل مهندسو العمارة، علماء الاجتماع، علماء الآثار.

يمكن تقييم آثار بيئية معينة مباشرة، وهذه ليست مادة عرضة للالتباس، فمثلاً، الزيادة المتوقعة فى تدفقات السيول بسبب المشروع يمكن حسابها ومقارنتها بمعدلات التدفق المتوقعة وأحجامها، يمكن استنتاج تأثير الزيادة على الموقع وعلى خواص المجرى المائى. كما تم مناقشته فى الفصول السابقة، هذه التأثيرات قد تشمل الفيضان، تآكل التربة، وتلوث المياه.

تأثيرات نوعية الهواء يمكن تقديرها كذلك باستخدام نماذج رياضية حديثة، عادة انبعاث ثانى أكسيد الكربون من السيارات له أهمية خاصة فى مشروعات تنمية

الأراضي، الزيادة في الحركة المرورية للسيارات يمكن أن تساهم مباشرة في هذا التأثير. المبادئ الأساسية لهندسة المرور يمكن تطبيقها لتقدير الزيادة في الحركة المرورية بدلالة زيادة الكثافة السكانية واستعمالات الأراضي. باستخدام هذه المعلومات، بالإضافة إلى البيانات عن نوعية الهواء الموجود والحالات المناخية السائدة، فإن تأثير المشروع على نوعية الهواء المحلي يمكن استنتاجها.

التأثيرات على النباتات والكائنات الحيوانية البرية أكثر صعوبة في تقييمها، رغم أنه من السهل تقدير عدد الهكتارات أو الفدادين من الأراضي الخضراء سيتم تدميرها نتيجة إنشاء المشروع، إلا أنه من الصعب الموافقة على قيمة أو أهمية هذا التأثير.

من المهم التفرقة بين الآثار قصيرة المدى والآثار ذات المدى الطويل، فمثلاً، تأثيرات الأنشطة الإنشائية قد تشمل زيادة مؤقتة في مستويات الصوت المجاور من المعدات الثقيلة. مع تمام تنفيذ المشروع فإن هذه التأثيرات تتوقف، لذلك فإنها تعتبر ذات تأثير قصير المدى، ولكن تأثير المشروع على نظام التدفق لمياه الأمطار والسيول ومعدلات التغذية للخران الجوفي سوف لا يتوقف عند انتهاء تنفيذ المشروع، وهذه تأثيرات طويلة المدى. كثيراً من طرق عمل التقييم البيئي تم تحديثها خلال السنين الماضية. فهي تتقاسم الدور الأساسي لتوفير تقييم بيئي شامل ومنظم للمشروع، مع أكبر درجة من الموضوعية هذه الطرق تتراوح في التعقيد من كشوف المراجعة البسيطة إلى الطرق الشبكية الأكثر تعقيداً.

في طريقة كشوف المراجعة، كل التأثيرات البيئية الهامة لجميع بدائل المشروع يتم وضعها في كشوف، والقدر المتوقع لكل تأثير يتم وصفه نوعياً، فمثلاً، التأثيرات السلبية يمكن توضيحها بعلامات سالبة، التأثير الصغير أو المتوسط يمكن توضيحه بعلامتين للسالب مثلاً (- -)، بينما التأثيرات الأكثر شدة نسبياً يمكن إظهاره بثلاث أو أربع علامات سالب (- - - -) الآثار المفيدة أو الموجبة يمكن توضيحها بعلامات زائد (+) إذا كان التأثير البيئي غير قابل للتطبيق لبديل مشروع معين، فإنه يتم وضع العلامة صفر (0) مثل هذا الكشف يوضح توضيح مرئي للتقييم.

في الطرق الشبكية: يتم عمل محاولة لتقدير أو لتعيين درجة التأثيرات النسبية لبدائل المشروع وتوفير أساس رقمي للتقييم. القدر المتوقع لكل تأثير هام يمكن وضعه على تدرج مثل من صفر إلى 10، الأرقام الأعلى قد تمثل التأثيرات شديدة الضرر، بينما الأرقام الأقل تمثل التأثيرات القليلة أو المهملة. الصفر (0) يبين لا تأثير متوقع لنشاط معين أو مكون بيئي.

تستخدم كذلك معاملات الأوزان الرقمية في الطريقة الشبكية، لبيان الأهمية النسبية لتأثير معين، هذه العوامل الوزنية يتم الموافقة عليها بواسطة طاقم التقييم وهي خاصة بالموقع وبالمشروع، فمثلاً، التأثيرات على نوعية المياه الجوفية يمكن اعتبارها أكثر أهمية في مساحة معينة أكثر من التأثيرات على نوعية الهواء، وخاصة إذا كانت المياه الجوفية هي المصدر الوحيد لمياه الشرب. نوعية المياه الجوفية يمكن تقديرها بأهمية نسبية أو وزن قدره 0.5، مقارنة بـ 0.2 لنوعية الهواء.

عوامل الوزن يمكن ضربها بما يقابلها من تقادير التأثير لوضع كل تأثير في رسم منظوري. فمثلاً عند اعتبار أن التأثير على نوعية المياه الجوفية له قدر (4) وأن التأثير على نوعية الهواء له قدر أكبر (6). ولكن بعد وزن التأثيرات (بالضرب في معاملات الوزن)، سوف نرى أن التأثير الكلي الواضح على نوعية الماء $4 \times 0.5 = 2$ أكثر أهمية أو حدة عن التأثيرات على نوعية الهواء $6 \times 0.2 = 1.2$. إذا كان أثقال التأثيرات لكل البنود في الكشف تم جمعها معاً، فإنه يمكن الحصول على مؤشر لنوعية البيئة لكل بديل للمشروع. البديل ذو المؤشر الأدنى هو ذلك الذي من المحتمل أن يسبب أدنى الآثار البيئية الضارة.

اعتبارات أخرى لتقدير الأثر البيئي:

تقدير الأثر البيئي يجب أن يشمل بند عن إجراءات وطرق التخفيف والتلطيف. إجراءات التخفيف هذه، هي تغيرات مقترحة للتفاصيل المتعلقة بتصميم المشروع والتي يمكن أن تقلل أو تبعد الآثار الضارة. فمثلاً، أحد أهم الآثار ذات التأثير المحدود بسبب الأنشطة الإنشائية هو الزيادة في تآكل التربة والترسيبات في المجارى المائية المحلية، وهذا يؤدي إلى خفض في نوعية المياه السطحية، إجراءات معينة لمنع حدوث تآكل التربة والترسيبات الترايبية في المسطح المائي يمكن أن يتم وصفها في تقدير الأثر البيئي (فمثلاً، استخدام أوراق العشب أو القش وكذلك الإنبات المؤقت) مثال آخر لطريقة التخفيف هو إعادة التوطين كلما أمكن ذلك عند استخدام الموقع في الإنشاء للمحافظة على الأشجار الثمينة النباتات الأخرى. تقرير تقدير الأثر البيئي يجب كذلك أن يركز على الآثار الضارة التي لا يمكن تجنبها - تلك الآثار الضارة التي لا يمكن تجنبها ببساطة عند تنفيذ المشروع المقترح. فمثلاً، إذا كان إنشاء المشروع يتطلب تدمير وإزالة جزوع أشجار جميلة، فإن ذلك يلزم إبرازه كأثر بيئي يصعب تجنبه.

كل بدائل المشروع المعقولة يتم تقييمها ومناقشتها في تقدير الأثر البيئي، وهذا يمكن أن يشمل التغيرات في المكان أو الهدف وكذلك البديل لإلغاء المشروع أو العمل.

بديل إلغاء العمل لا يسبب اضطراب بيئي بالنسبة للموقع المقترح والضواحي، ولكن عموماً له آثار ضارة من الناحية الاقتصادية والاجتماعية. فمثلاً، نفترض أن المشروع يتضمن إنشاءات سكنية، ولكن بديل إلغاء المشروع وأن كان سيحافظ على الموقع في حالته الطبيعية، إلا أنه سيسبب عجز في الوحدات السكنية المتاحة بما ينتج عنه من آثار ضارة.

كثيراً من تقارير تقدير الآثار البيئي يجب أن تشمل تقييم لاحتمالات الآثار التالية أو الغير مباشرة والتي ستكون بسبب تنفيذ المشروع. الآثار التالية أو المترتبة هي تلك التي لا تظهر في الحال والتي لا تكون بسبب المشروع مباشرة، ولكن يحتمل ألا تحدث في حالة عدم تنفيذ المشروع.

فمثلاً، تصور ماذا سوف يحدث في حالة إنشاء خط مياه جديد وخط صرف صحي على طول طريق قروي لربط المساكن الجديدة للحي الجديد بمرافق مياه الشرب والصرف الصحي الموجودة . قبل مرور وقت طويل سيتم بناء مساكن جديدة على طول هذا الطريق، مسبباً تنمية شريطية، ذلك لان كلا من مرافق المياه والصرف الصحي متاحاً وجاهزاً، في الواقع فإن إنشاء هذا الحي المخطط أصلاً قد يؤدي بطريقة غير مباشرة إلى تنمية مستقبلية ليست مرغوبة بالقدر المطلوب.

معظم وثائق تقديرات الأثر البيئي تحتوي على بند يتناول ما سيحدث للموارد نتيجة تنفيذ المشروع المقترح، تناول هذا البند بخصوص الآثار الضارة التي لا يمكن تجنبها، وهذا يساعد في مراجعة وتوجيه النظر نحو استهلاك المادة والطاقة، الفقد في الكائنات البرية والكائنات النادرة بالفقد أو التعرض للخطر، والتغير المستمر في طبوغرافية الأرض واستعمالاتها وهذه الآثار لا يمكن استعادتها.

أخيراً التقدير الكامل للأثر البيئي يجب أن يتضمن بند خاص بالانعكاسات لفكر المجتمع ومدخلاته، التقرير يتم إعداده أولاً في شكل مسودة، والتي يتم توزيعها لجهة الحكومية المسؤولة للمراجعة وذى الاهتمام من الجمعيات الأهلية والمواطنين، في معظم الحالات يمكن مناقشة المسائل البيئية في مؤتمرات عامة، مشاركة الأهالي يعتبر ذو أهمية بالغة حيث أنه يمكنهم الإشارة بالبدائل التي قد تغيب عن المتخصصين الذين قاموا بإعداد التقرير، مساهمة ومشاركة الأهالي تفيد كذلك في حل الخلافات مبكراً في عملية التخطيط، الشكل النهائي لتقرير تقدير الأثر البيئي يعكس آراء ورغبات المواطنين.

الفحص والتدقيق والمراجعة البيئية: (ENVIRONMENTAL AUDITS)

الفحص والتدقيق والمراجعة البيئية هو تقييم لعملية إنتاج وإدارة المخلفات لمنشأة صناعية، وكذلك تقييم تطبيق المنشأة للقوانين البيئية. الفحص والتدقيق والمراجعة البيئية هوة أداة إدارة التي تعزز الأداء البيئي الكلى للمنشأة الصناعية وهى حالياً من المتطلبات لنقل الاحتياجات واختصار المسؤولية القانونية بسبب عمليات إدارة المخلفات الغير صحيحة.

توجد أنواع مختلفة وأغراض كثيرة للفحص والتدقيق البيئي فمثلاً، عمليات الفحص لخفض المخلفات تعتبر مثال نوع آخر من الفحص للصفات التجارية، والذي يتم تنفيذه قبل البيع أو التمويل لمنشأة تجارية أو صناعية، وهو مطلوب أساساً بواسطة مؤسسات القروض، وشركات التأمين، المشتريين..الخ.

طاقم الفحص والتدقيق والمراجعة يجب أن يكون غير منحاز فى نظره نحو وضع ومنزلة المؤسسة. أفراد المؤسسة أو الشركة عادة يكونوا جزء من الطاقم، حيث أنهم الأكثر معرفة عن خطة العمليات. المستشارون مستقلون والمتخصصون يمكن كذلك أن يعملوا كذلك كأعضاء فى طاقم الفحص والدقيق أو يمكن قيامهم بالفحص والتدقيق بأكمله للتقييم الكامل. الفحص الذى يتم لتقييم التطابق القانونى يتكون من ثلاث مجالات. فى المجال الأول، هو ما إذا كان التلوث الموجود يتم تعيينه بالأعمال المساحية والدراسة الحقلية للموقع، أو بالتقدير التاريخى للملكية والمراجعة القانونية، المجال الثانى، بوصف أنواع، مصادر، درجة أى تلوث، المجال الثالث، عادة يشمل تقييم تفصيلى للمخاطر البيئية أو احتمال حدوثها (والتمويل المتعلق بهذا). الخطوات الأساسية فى عملية الفحص والتدقيق تشمل التخطيط المسبق لعملية الفحص والتدقيق (Preaudit)، وإعداد المسودات الأصلية (protocols)، كشوف المراجعة، الاستبيانات، الاستطلاعات الحقلية، أخذ العينات، تسجيل البيانات، وأخيراً التقييم النهائى لنتائج البحث.

يتم إعداد التقرير عند نهاية الفحص والتدقيق صريح وغير منحاز معلناً عن السلبيات التوصيات فى تقرير الفحص والتدقيق قد تشمل إجراءات تصحيح، مثل تطوير طريقة التخطيط، تحسين أخذ العينات، الحصول على التراخيص المناسبة، كذلك من الأساسى لتحقيق عمليات فحص وتدقيق مؤثرة يلزم توفير خطة عمل وطرق المتابعة.

الفصل التاسع عشر

19

الملاحق

ملحق (أ)

دور الخبير الفني والخبير التقني:

ROLE OF THE TECHNICIAN AND TECHNOLOGIST

الطاقم الهندسي يشمل خبراء فنيين وخبراء تقنيين بالإضافة إلى المهندسين. من المهم للدارسين التفهم الواضح لدورهم المستقبلي في هذا الطاقم ولإدراك للمتطلبات التعليمية الضرورية لبدء مهنة في مجال الهندسة البيئية أو تكنولوجيا البيئة. بما يساعد الدارسين للدراسة للمجالات المتسعة والمختلفة لفرص العمالة ومسئوليات الوظيفة الموجودة لانتسابهم لمستويات مختلفة من التعليم والتدريب.

التعليم:

يوجد ما لا يقل عن ستة مستويات مختلفة للتعليم التي عندها يمكن للشخص أن يبدأ مهنة في مجال تكنولوجيا الهندسة المدنية للبيئة. كما يمكن أن يتوقع، المستوى الأعلى في التعليم يحتاج إلى توظيف أكبر للوقت وقدرات أكاديمية أقوى عن المستوى الأقل في التعليم، مستويات التعليم هذه تشمل الآتي:

هندسة	فنية	
درجة الدكتوراه	درجة البكالوريوس	الشهادات مختلفة المستويات
درجة الماجستير	درجة الزمالة	
درجة البكالوريوس		

الفرق الأساسي بين برامج درجة البكالوريوس في المجال الهندسي والتقني هو في تسلسل ومستوى المقررات التعليمية في المنهج، البرامج الهندسية تضع تأكيداً أكبر على الرياضيات، الفيزياء، وقدرات تحليلية عامة عن ذلك للبرامج التقنية. توجد مقررات هندسية معينة يأخذها الدارسون في السنين الأولى والنهائية للكلية، بعد التأسيس الجيد للمبادئ النظرية في السنين الأولى والثانية من الدراسة الجامعية. معظم المناهج الهندسية تعتمد على المعلومات الجيدة للتفاضل والتكامل.

يعرف الأداء الهندسي بأنه استخدام العلوم والرياضيات لحل المشاكل لخير الإنسان. التكنولوجي على الجانب الآخر يمكنه التطبيق للمبادئ الهندسية لمصلحة الإنسان. يوجد تركيز أقل على الرياضيات والعلوم الطبيعية بالنسبة لبرامج التكنولوجي بدلاً من ذلك يتم التركيز على التطبيق العملي والمهارات اليدوية. مقررات التكنولوجي

عادة تتطلب معلومات عن الجبر والهندسة، ولكن لا تعتمد على التفاضل والتكامل وتحديداً في السنوات الأولى والثانية. كما يمكن دراسة موضوعات تكنولوجيا محددة في المناهج التكنولوجية للسنيين الأولى.

عموماً مطلوب لا يقل عن 7 سنوات دراسة جامعية كل الوقت لدرجة الدكتوراه، 5 سنوات لدرجة الماجستير، 4 سنوات لدرجة البكالوريوس في هندسة البيئة، لا يقل عن 4 سنوات لدرجة البكالوريوس في تكنولوجيا البيئة، سنتين لدرجة الزمالة في التكنولوجيا، بعض المدارس تمنح درجة الماجستير في التكنولوجيا ولكن هذا ليس هو العادي.

الشهادة لعامل لنظم الإمداد بالمياه أو نظم الصرف الصحي تتطلب دبلوم مدرسة عليا والنجاح في الامتحان التحريري، كذلك، قد يكون المطلوب سبع سنوات من الخبرة العملية. مستويات الشهادة تتوقف على نوع وخجم المنشأة اللازم تشغيلها للمياه أو الصرف الصحي. خريجوا الجامعات الحاصلين على برنامج درجة الماجستير في التكنولوجيا الهندسية (Engineering Technology) تسميتهم هي التكنولوجيا (Technologist) بينما خريجي الجامعات لبرنامج درجة الزمالة يسموا فنيين (Technicians). كثيراً من العمال، لا يقوموا بالفرقة بين التكنولوجيا ودرجة البكالوريوس في الهندسة، بعض التكنولوجيين يقوموا بمهام وظيفية التي تشمل عمل المهندس. عموماً دور الفني والتقني هو مثل تلك العلاقة بين المهندس والبناء.

الوظائف (EMPLOYMENT)

لأغراض التوضيح، يمكن تقسيم فرص التوظيف والعمل إلى ثمانى أنواع مختلفة من الأنشطة ملحق (ج).

ملحق (ب)

مراجعة لوحدات القياس ومعاملات التحويل

1. مراجعة لوحدات القياس:

أ- الوزن:

الكتلة والوزن (Mass and Weight) هي كميات طبيعية مختلفة كتلة كمية ما من المادة تكون ثابتة في أى مكان، بينما الوزن لهذه المادة يتوقف على قوة مجال الجاذبية، الوزن هو القوة الناتجة عن الجاذبية. من قانون الحركة الثانى لنيوتن، فإن الوزن يساوى الكتلة \times عجلة الجاذبية ($w = gm$)، حيث :

$W =$ الوزن ويعبر عنها أما بالرطل أو بالنيوتن.

$M =$ الكتلة ويعبر عنها أما بالكيلو جرام أو (Slug)

(وهو وحدة كتلة تساوى 32.174 رطلا أو 14.593 كيلو جرام).

$G =$ عجلة الجاذبية.

عند منسوب سطح البحر على الأرض، القيمة المتوسطة لعجلة الجاذبية (g) هي 9.81 متر/ ثانية تربيع (m/s^2) أو 32.2 قدم/ ثانية تربيع (ft/s^2).

حيث أن $w = mg$ فإن كتلة واحدة كيلو جرام.

تزن $w = 9.81 \times 1 = 9.81$ نيوتن (9.81 N)

غرض له كتلة 50 كيلوجرام يزن $9.81 \times 50 = 490$ نيوتن، وهكذا.

ولذلك فإنه ليس صحيحاً أن يقال أن هذا الغرض يزن 50 كيلوجرام من المهم تفهم الفرق الكبير بين الكتلة والوزن.

عادة يكون من المناسب معرفة أن القوة (أو الوزن) لواحد نيوتن يساوى تقريباً وزن تفاحة (حوالى 4/1 رطل)، وكتلة وزن واحد كيلوجرام حوالى 2.2 رطل (على الأرض).

2. درجة الحرارة:

مقياس درجة الحرارة (Celsius) الذى كان يسمى درجة الحرارة المئوية ليقس درجة غليان الماء عند 100°م ودرجة حرارة تجمد الماء عند صفر درجة مئوية.

درجة الحرارة كلفن (Kelvin) واختصارها K حيث درجة الحرارة صفر مئوية = 273.15 + صفر كلفن

درجة حرارة فهرنهايت (F°) درجة حرارة تجمدا لماء = 32 فهرنهايت ودرجة حرارة غليان الماء هي 212 درجة فهرنهايت.

درجة الحرارة المئوية ودرجة حرارة فهرنهايت علاقتهم معا طبقاً للمعادلة الآتية

$$T_F = T_C \times 9/5 + 32$$

$$T_C = (T_F - 32) \times 5/9$$

حيث T_C ، T_F تقابل درجات الحرارة فهرنهايت والمئوية فمثلاً 20°م تساوى 32 + 5/9 × 20 = 68 درجة فهرنهايت

ودرجة حرارة 50 فهرنهايت = 9/5 (50 - 32) 10°م.

وحدات أخرى مشتقة:

كميات طبيعة أخرى ذات الأهمية فى تقنيات البيئة مثل المساحة، الحجم، الضغط، معدل التدفق يعبر عنها بوحدات مشتقة من وحدات الأساس فمثلاً، المساحة يعبر عنها بالمتر المربع أو القدم المربع والحجم بالمتر المكعب أو القدم المكعب وحدات أخرى للمساحة مثل الفدان والهكتار والوحدات الحجمية الأخرى هي اللتر والجالون.

الضغط يعرف بالقوة على وحدة المساحة ويعبر عنه فى وحدات مشتقة N/m^2 (نيوتن/المتر المربع) أو رطل/البوصة المربعة. فمثلاً ضغط واحد نيوتن/المتر المربع ($1N/m^2$) يسمى باسكال (Pascal)، واختصار رطل/البوصة المربعة ($1lb/m^2$)، واختصاره (PSI). رمز الباسكال Pa وحدات القياس الأخرى المشتقة مثل وحدة الوزن (T) ويعرف بالوزن لوحدة الحجم ويعبر عنه بالنيوتن للتر المكعب (N/m^3)، بالرطل/الياردة المكعبة.

$$Y = W \div V \text{ أو } Y = V \div W$$

المخلفات الصلبة الغير مدمجة كمثال، لها وحدة وزن Y

$$Y = 1000 \text{ نيوتن/م}^3، \text{ الحجم } V = 5 \text{ متر مكعب.}$$

∴ الوزن = 5 × 1000 = 5000 نيوتن، 2500 نيوتن من المخلفات المنزلية

الصلابة سوف تشغل 2500 ÷ 1000 = 2.5 متر مكعب.

المضاعفات:

ضغط واحد باسكال يعتبر ضغط ضعيف جداً، فمثلاً ضغط الماء يمكن أن يكون 40000 باسكال (60 رطل على البوصة المربعة) لذلك يفضل كتابة هذه القيمة لتكون 40 كيلو باسكال أو (40 KPa).

القيم المستخدمة مقدماً في التطبيقات البيئية.

القيمة	الرمز	المضاعف
جيجا	G	10^9
ميغا	M	10^6
كيلو	K	10^3
ميلي	M	10^{-3}
ميكرو	M	10^{-6}
نانو	N	10^{-9}
بيكو	P	10^{-12}

فمثلاً، حجم 55 مليلتر يساوى 5×10^{-3} أو 1005 لتر، كتلة 0.000003 جرام (3×10^{-6} جرام) تساوى 3 ميكروجرام > 7 مليون لتر من الماء تساوى 7 مليون لتر (7 ميغا لتر) فى الحجم.

معاملات التحويل:

الطول:

1 مليلتر = 0.03937 بوصة

1 متر = 3.281 قدم

1 كيلومتر = 0.6214 ميل.

المساحة:

1 متر مربع = 10.76 قدم مربع.

1 هكتار = 10000 متر مربع = 2.471 فدان.

الحجم:

1 لتر = 0.2642 جالون = 0.03531 قدم مكعب

1 متر مكعب = 264.2 جالون = 35.31 قدم مكعب

معدل الدقيق الحجمى:

1 لتر/ ث = 15.85 جالون فى الدقيقة = 0.02282 مليون جالون فى اليوم

1 متر مكعب/ ث = 15.850 جالون فى الدقيقة = 22.82 مليون جالون فى اليوم

1 مليون لتر/ اليوم = 1000 متر مكعب/ اليوم = 0.264 مليون جالون/ اليوم.

الكتلة والوزن:

1 كيلوم جرام = 2.205 رطل.

1 نيوتن = 0.2278 رطل.

1 طن = 1000 كيلو جرام = 2205 رطل.

1 كيلوجرام/ لتر = 8.345 رطل/ الجالون.

1 كيلو نيوتن/ المتر المكعب = 172 رطل/ الياردة المكعبة.

الضغط:

1 كيلو باسكال = 0.147 رطل/ البوصة المربعة.

1 ضغط جوى = 100 كيلو باسكال = 14.7 رطل/ البوصة المربعة.

الطاقة:

1 كيلو وات = 1.341 حصان

1 حصان = 550 قدم رطل / الثانية

ملحق (ج) أنواع العاملين في مجال شئون البيئة

TYPES OF EMPLOYERS

أنواع متعددة ومختلفة من التنظيمات المستخدمة لمهندسي البيئة المدنيين (Civil)، التكنولوجيين، الفنيين. هذه تشمل مجالات الكليات، الجامعات، الهندسة الاستشارية، أقسام هندسة البلديات أو الأشغال العامة، مقاولوا الإنشاء، الصناعات، مرافق المياه والصرف الصحي، ممثلي الحكومة القانونيين. الأنشطة التي يمكن أن تشغلها هذه التخصصات المختلفة من العمالة.

مرفق المياه أو الصرف الصحي	ممثلي الحكومة	هندسة البلدية	مقاول	هندسة البلدية	استشاري هندسي	كلية	المستخدم النشاط
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	أبحاث
						<input checked="" type="checkbox"/>	تعليم
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		تخطيط
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		تصميم
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		إنشاء
<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		عمل
	<input checked="" type="checkbox"/>						تنظيم
		<input checked="" type="checkbox"/>					مبيعات

نشاط أولي ☒

نشاط ثانوي ☐

شكل (B2) توجد أنواع كثيرة مختلفة من العمالة في مجال تكنولوجيا البيئة معظم العمال يركزوا على واحد أو اثنين من العمل الرئيسي أو النشاط مثل التصميم أو الإنشاء.

نشاطات التكليف بعمل (JOB ACTIVITIES)

بعض النشاطات مثل تصميم المشروع، تتطابق ما بين المجال التعليمي مثل درجة الدكتوراه ودرجة الزمالة. كيف أن واجبات العمل والمسؤوليات تختلف طبقاً للتعليم في ذلك النشاط المعين؟ ما هو دور المهندسين، التكنولوجيين، والفنيين في تصميم المشروع؟ .

عموماً، المهندس صاحب المستوى العالي من التعليم أو الخبرة يقوم بدور مدير المشروع. هذا يشمل التقابل مع العميل أو صاحب المشروع، إعداد الميزانية، جدولة وتنسيق عمل تصميمي معين، اتخاذ معظم القرارات حول مفاهيم تقنيات التصميم

والطريق إلى حل المشكلة. مهندس المشروع (الحاصل على درجة الماجستير أو البكالوريوس في الهندسة) يقوم بالعمل تحت إشراف مدير المشروع، هو أو هي يتولى القيام بالمسئولية الكلية لنشاطات التصميم اليومى بما فيها إعداد الخطط والمواصفات لهذا المشروع.

إذا كان المشروع ضخم ومعقد كما فى حالة تصميم حديث لمحطة معالجة مياه - فإنه يعمل العديد من المهندسين، التقنيين، الفنيين، تحت الإشراف المباشر لمدير المشروع. المهندسين الحاضلين على الماجستير والبكالوريوس سيقوموا بالتصميم التفصيلى لمكونات المشروع مثل عمليات الترويب أو الترشيح. هذا يشمل حسابات التصميم باستخدام الحاسبات، إعداد المخططات والرسومات واختيار المعدات وكتابة المواصفات. التقنيين قد يساهموا كذلك فى تفاصيل الأنشطة التصميمية هذه.

الفنيين مع درجات الزمالة يشتركوا فى مساعدة مهندسوا التصميم والتقنيين تحت الإشراف المباشر، يقوموا بتنفيذ أعمال روتينية مثل عمل الحسابات، تحضير وإدخال البيانات لتحليل الكمبيوتر، إعداد الرسومات التفصيلية وتوقيع البيانات، الأنشطة الأخرى. الفنى يقوم كذلك بالأعمال المساحية لموقع المشروع، أخذ عينات التربة أو الماء واختبارها والمباحث الحقلية الأخرى.

الخلاصة:

أنه ليس من الممكن هنا مناقشة كل فرص العمل والأنشطة المتعلقة بهندسة وتكنولوجيا البيئة (Environmental Engineering and Technology) ولكن هذه المناقشة سوف تساعد الدارس على الإدراك الكامل للمجال المتسع لنشاطات العمل وأنواع العمالة وتفهم العلاقة العامة بين مستوى التعليم وفرص المسئولية والتقدم تحديداً. من المهم التمييز بين الهندسة وتكنولوجيا الهندسة (Engineering and Engineering Technology)

فى السنين القادمة، سوف تكون هناك حاجة فى مجال تكنولوجيا البيئة لأشخاص فنيين عند كل المستويات من التعليم والتدريب. حماية الصحة العامة ونوعية البيئة، من الأولوية القصوى لكل المواطنين والسياسيين والقانونيين، مع قيام الباحثين والمهندسين فى تطوير تقنيات جديدة لإدارة المخلفات والحد من التلوث فإنه سوف يتاح فرص كثيرة للتقنيين والفنيين لتطبيق وتنفيذ المبادئ الحديثة لتكنولوجيا البيئة.

ملحق (د)

المعايير والمواصفات الواجب توافرها في مياه الشرب والاستخدام المنزلي والتي أقرتها اللجنة العليا للمياه في 1995/2/26، حيث أصدرت وزارة الصحة القرار رقم 108 لسنة 1995 استرشاداً بالقيم الدليلة لمنظمة الصحة العالمية والتي تشمل الخواص الطبيعية والمحتوى من المواد العضوية والغير عضوية والكائنات الحية التي لها تأثير على صلاحية المياه للشرب والاستخدام المنزلي.

1. الخواص الطبيعية:

الخاصية	الدلائل التي أعدتها منظمة الصحة العالمية	المعايير التي أقرتها وزارة الصحة
الطعم والرائحة	مقبول لدى معظم المستهلكين	ومقبولان
اللون		2-3 كحد أقصى بمقياس الكوبالت بلاتين
العكارة	5 بمقياس نيفيلو مترى ويفضل واحد لضمان كفاءة التطهير	5 بوحدات جاكسون أو ما يعادلها للمياه المرشحة، 100 للمياه الجوفية والخليط
الرقم الهيدروجيني pH	8.5 - 6.5	9.2 - 6.5

2. القيم الدليلة والمعايير للمواد الغير عضوية ذات التأثير عن الاستساغة والاستخدام المنزلي

المواد الغير عضوية	دلائل منظمة الصحة العالمية	المعايير التي أصدرتها وزارة الصحة
الأملاح المذابة	1000 ملجرام / لتر	1200 ملجرام / لتر
الحديد	0.3 ملجرام / لتر	0.3 ملجرام / لتر للمياه المرشحة، 1 ملجرام / لتر لمياه الآبار
المنجنيز	0.1 ملجرام / لتر	0.1 ملجرام / لتر
النحاس	1 ملجرام / لتر	1 ملجرام / لتر
الزنك	5 ملجرام / لتر	5 ملجرام / لتر
العسر الكلى	500 ملجرام / لتر	500 ملجرام / لتر
الكالسيوم	-	200 ملجرام / لتر
المغنسيوم	-	150 ملجرام / لتر
الكبريتات	400 ملجرام / لتر	400 ملجرام / لتر
الكلوريدات	250 ملجرام / لتر	500 ملجرام / لتر
الألومنيوم	0.2 ملجرام / لتر	0.2 ملجرام / لتر

3- القيم الدليلة والمعايير للمواد الغير عضوية ذات التأثير على الصحة العامة

المادة	دلائل منظمة الصحة العالمية	معايير وزارة الصحة
الرصاص	0.05 ملجرام / لتر	0.05 ملجرام / لتر
الزرنبيخ	0.05 ملجرام / لتر	0.05 ملجرام / لتر
السيانيد	0.1 ملجرام / لتر	0.05 ملجرام / لتر
الكادسيوم	0.005 ملجرام / لتر	0.005 ملجرام / لتر
السيالينيوم	0.01 ملجرام / لتر	0.01 ملجرام / لتر
الزئبق	0.001 ملجرام / لتر	0.001 ملجرام / لتر
الكروم	0.05 ملجرام / لتر	0.05 ملجرام / لتر
النترات	10 ملجرام / لتر	10 ملجرام / لتر
النيتريت	0.005 ملجرام / لتر	0.005 ملجرام / لتر
الفلوريدات	1.5 ملجرام / لتر	0.8 ملجرام / لتر
البريليوم	0.005 ملجرام / لتر	0.005 ملجرام / لتر
الفضة	-	-
الباريوم	-	-
الاسبتسوس	-	-

4- المواد العضوية ذات التأثير على الصحة العامة:

أ- مبيدات الهوام (Pesticides):

(1) د.د.ت	0.001 ملجرام / لتر
(2) الألدرين والداي الدري	0.3 ملجرام / لتر
(3) الكلوردين	0.01 ملجرام / لتر
(4) سداسي كلوربنزين	2 ملجرام / لتر
(5) اللندين	0.002 ملجرام / لتر
(6) الألاكور	0.002 ملجرام / لتر
(7) الريكارب	0.002 ملجرام / لتر
(8) أترازين	0.02 ملجرام / لتر
(9) ميثوكسي كلور	0.02 ملجرام / لتر
(10) هبتاكلورو إيبوكسيد الهبتاكلور	0.01 ملجرام / لتر
(11) ثنائي كلورو فينوكسي حمض الخليك	0.3 ملجرام / لتر

* البنزينات الكلورة:

سمارين	0.02 ملجرام / لتر
سلفكس	0.05 ملجرام / لتر
توكسافين	0.005 ملجرام / لتر

- الفينولات الكلورة والبنثاه كلورو فينول: 0.1 ملجرام / لتر.
- أحماض الخليك المهلجنة.
- الميثانات الكلورة: 0.1 ملجرام / لتر.

الإشعاعات النووية:

الراديوم $216 - 3 \times 10^{11}$ كوري
 الاسترنتشيوم $9 - 10 \times 10^{12}$ كوري
 الكائنات الحية الدقيقة:

الكائنات الدقيقة	العدد في 100 سم ³	ملاحظات
الماء المعالج في شبكة التوزيع		
* الكائنات القولونية الكلية	3	في 95% من العينات خلال العام
* الكائنات القولونية الغائطية	صفر	ينصح الأهالي بغلي الماء إذا لم يمكن التوصل إلى القيم الدليلة

ملحق (هـ)

اللائحة التنفيذية للقانون رقم 4 لسنة 1994 فى شأن البيئة

المرفقات:

1. المعايير والمواصفات لبعض المواد عند تصريفها فى البيئة البحرية.
2. المنشآت التى تخضع للتقييم البيئى.
3. نموذج سجل تأثير نشاط المنشأة على البيئة (سجل الحالة البيئية).
4. الطيور والحيوانات البرية المحظور صيدها أو قتلها أو إمساكها.
5. الحدود القصوى لملوثات الهواء الخارجى.
6. الحدود المسموح بها لشدة الصوت ومدة التعرض له.
7. الحدود المسموح بها لملوثات الهواء فى الانبعاثات
8. الحدود القصوى لملوثات الهواء داخل أماكن العمل وفقاً لنوعية كل صناعية.
9. الحد الأقصى والحد الأدنى لكل من درجتى الحرارة والرطوبة ومدة التعرض لها ووسائل الوقاية.
10. المواد الملوثة غير القابلة للتحلل والتى يحظر على المنشآت الصناعية تصريفها فى البيئة البحرية.

المرفق (أ):

المعايير والمواصفات لبعض المواد عند تصريفها فى البيئة البحرية:

مع مراعاة الأحكام المنصوص عليها فى القانون رقم 48 لسنة 1982 بشأن حماية نهر النيل من التلوث ولائحته التنفيذية يشترط ألا تتجاوز مستويات الصرف للمواد المبينة بعدد عن المستويات الموضحة قرين كل منها.

وفى جميع الأحوال لا يسمح بالصرف فى البيئة البحرية الأعلى مسافة لا تقل عن 500 متر من خط الشاطئ، كما لا يسمح بالصرف فى مناطق صيد الأسماك أو مناطق الاستحمام أو المحميات الطبيعية بما يحافظ على القيمة الجمالية والاقتصادية للمنطقة.

الملاحق

البيان	الحد الأقصى للمعايير
درجة الحرارة	لا تزيد عن 10 درجات فوق المعدل السائد
الرقم الهيدروجيني	9-6
اللون	خالية من المواد الملوثة
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD ₅)	60 ملجرام / لتر
الأكسجين المستهلك كيمائياً (دايكرومات)	100 ملجرام / لتر
مجموع المواد الصلبة الذائبة	2000 ملجرام / لتر
رماد المواد الصلبة الذائبة	1800 ملجرام / لتر
المواد العالقة	60 ملجرام / لتر
العكارة	NTU 50
الكبريتيدات	1 ملجرام / لتر
الزيوت والشحوم	15 ملجرام / لتر
الهيدروكربونات من أصل بترولى	0.5 ملجرام / لتر
الفوسفات	5 ملجرام / لتر
الفينولات	40 ملجرام / لتر
الفلوريدات	1 ملجرام / لتر
الألومنيوم	1 ملجرام / لتر
الأمونيا (نيتروجين)	3 ملجرام / لتر
الزئبق	0.005 ملجرام / لتر
الرصاص	0.5 ملجرام / لتر
الكاديوم	0.05 ملجرام / لتر
الزرنيخ	0.05 ملجرام / لتر
الكروم	1 ملجرام / لتر
النحاس	1.5 ملجرام / لتر
النكل	0.1 ملجرام / لتر
الحديد	1.5 ملجرام / لتر
المنجنيز	1 ملجرام / لتر
الزنك	5 ملجرام / لتر
الباريوم	2 ملجرام / لتر
الكوبالت	2 ملجرام / لتر
المبيدات بأنواعها	0.2 ملجرام / لتر
العد الاحتمالى للمجموعة القولونية فى 100سم ³	5000

المرفق (2):

المنشآت الخاضعة لأحكام تقييم التأثير البيئي:

تحدد تلك المنشآت وفقاً للضوابط الأساسية التالية:

الأولى: نوعية نشاط المنشأة.

الثانى: مدى استنزاف المنشأة للموارد الطبيعية وخاصة المياه الأراضى الزراعية والثروات المعدنية.

الثالث: موقع المنشأة.

الرابع: نوع الطاقة المستخدمة لتشغيل المنشأة.

نوعية نشاط المنشأة:

1- المنشآت الصناعية الخاضعة لأحكام القوانين رقم 21 لسنة 1985 بشأن تنظيم الصناعة وتسجيلها ورقم 55 لسنة 1977 بشأن إقامة وإدارة الآلات الحرارية والمراجل البخارية.

2- المنشآت الصناعية الخاضعة لأحكام القوانين:

رقم 1 لسنة 1973 فى شأن المنشآت الفندقية

رقم 38 لسنة 77 فى شأن تنظيم الشركات السياحية

رقم 117 لسنة 1983 فى شأن حماية الآثار

رقم 1 لسنة 1992 فى شأن المحال السياحية.

3- المنشآت العاملة فى مجال الكشف عن البترول فى استخراج وتخزينه ونقله

الخاضعة لأحكام القوانين رقم 6 لسنة 1974 بالترخيص لوزير البترول فى التعاقد للبحث عن البترول.

رقم 4 لسنة 1988 فى شأن خطوط أنابيب البترول.

4- منشآت إنتاج وتوليد الكهرباء.

5- المنشآت العاملة فى المناجم والمحاجر وإنتاج مواد البناء.

6- جميع مشروعات البنية الأساسية ومنها محطات معالجة الصرف الصحى أو

الصرف الزراعى وإعادة استخدامها ومشروعات الرى والطرق والكبارى والقناطر والأنفاق والمطارات والموانئ البحرية ومحطات السكك الحديدية وغيرها.

7- أى منشأة أو نشاط يحتمل أن يكون له تأثير على البيئة.

المنشآت الخاضعة لتقييم التأثير البيئي وفقاً لموقعها:

ومنها تلك التى تقام على شواطئ النيل وفرعيه والرياحات أو فى المناطق السياحية الأثرية أو حيث تزداد الكثافة السكانية أو عند شواطئ البحار أو البحيرات أو فى مناطق المحميات.

مدى استنزاف المنشأة للموارد الطبيعية:

ومنها تلك التى تسبب تجريف الأرض الزراعية أو التصحر أو إزالة تجمعات الأشجار والنخيل أو تلوث موارد المياه وخاصة نهر النيل وفرعيه والبحيرات أو المياه الجوفية.

نوع الطاقة المستخدمة لتشغيل المنشأة وهى:

(1) المنشآت الثابتة التى تعمل بالوقود الحرارى ويصدر عنها انبعاثات تتجاوز المعايير المصرح بها.

(2) المنشآت التى تستخدم وقود نووى فى التشغيل.

المرفق (3):

سجل تأثير نشاط المنشأة على البيئة (سجل الحالة البيئية):

1. اسم المنشأة وعنوانها.
2. اسم المسئول عن تحرير السجل ووظيفته.
3. الفترة الزمنية التى تغطيها البيانات الحالية.
4. نوعية النشاط وطبيعة المواد الخام والإنتاج خلال المدة الزمنية المقابلة.
5. التشريع الخاضع له المنشأة.
6. الاشتراطات الخاصة الصادرة من جهاز شئون البيئة للمنشأة.
7. بيان أنواع الانبعاثات ومعدلات صرفها (فى الساعة/فى اليوم/ فى الشهر/ فى السنة) وكيفية التصرف فيها سواء كانت:
* غازية أو سائل أو صلبة أو فى شكل آخر.
8. معدلات إجراء الاختبارات على كل نوع من الانبعاثات الصادرة عن المنشأة.

عينات مخطوفة: تاريخ ومكان ووقت كل عينة، ومعدل جمع العينات وبيان المؤشرات المطلوب قياسها (يوميًا/ أسبوعيًا/ شهريًا) عينات مركبة: تاريخ ووقت جمع العينة، أماكن ونسب خلط العينة المركبة، بيان المؤشرات المطلوب قياسها (يوميًا/ أسبوعيًا، شهريًا)، المخرجات بعد عمليات المعالجة، مدى كفاءة وسائل المعالجة، تاريخ وتوقيع المسئول.

المرفق (4) :

الطيور والحيوانات البرية المحظور صيدها أو قتلها أو إمسакها:

وتشمل الطيور والحيوانات التي صدر بها قرار من وزير الزراعة أو التي تحددها الاتفاقات الدولية التي تنضم إليها جمهورية مصر العربية بالاتفاق مع جهاز شئون البيئة.

المرفق (5) :

الحدود القصوى لملوثات الهواء الخارجى (ملجرام/لتر)

الملوث	الحد الأقصى	مدة التعرض	الملوث	الحد الأقصى	زمن التعرض
ثانى أكسيد الكبريت	350 150 60	ساعة 24 ساعة سنة	الجسيمات العالقة مقاسة كدخان أسود	150 60	24 ساعة سنة
أول أكسيد الكربون	30 ملجرام/م ³ 10 ملجرام/م ³	ساعة 8 ساعة	الجسيمات العالقة الكلية	230 90	24 ساعة سنة
ثانى أكسيد النيتروجين	400 150	ساعة 24 ساعة	الرصاص	1	سنة
الأوزون	20 120	ساعة 8 ساعة			

المرفق (6) :

الحدود المسموح بها لملوثات الهواء فى الانبعاثات:

ملوثات الهواء المعنية بهذه المادة هى الشوائب الغازية أو الصلبة أو السائلة أو فى الحالة البخارية والتي تنبعث من المنشآت المختلفة لفترات زمنية مما قد ينشأ عنها

أضرار بالصحة العامة أو الحيوان أو النبات أو المواد أو الممتلكات أو تتداخل في ممارسة الإنسان لحياته اليومية وبالتالي تعتبر تلوثاً للهواء إذا نشأ عن انبعاثات هذه الملوثات تواجد تركيزات لها تزيد عن الحد الأقصى المسموح به في الهواء الخارجى.

جدول (1) الجسيمات الكلية

نوع النشاط	الحد الأقصى المسموح به ملجرام/م ³ من العادم
1- صناعة الكربون	50
2- صناعة الكوك	50
3- صناعة الفوسفات	50
4- صناعة سبك واستخلاص الرصاص، الزنك النحاس وغيرها من الصناعات المعدنية الغير حديدية	100
5- صناعات حديدية	قائمة 200 جديدة 100
6- صناعة الأسمت	قائمة 500 جديدة 200
7- أخشاب صناعية وألياف	150
8- صناعات بترولية وتكرير البترول	100
9- مصادر أخرى	200

جدول (2) الحدود القصوى لانبعاث الغازات والأبخرة من المنشآت الصناعية:

الملوث	الحد الأقصى لانبعاث ملجرام/م ³ من العادم
الدهايدز (تقاس كفوالمدهايد)	20
الأنثيمون	20
أول أكسيد الكربون	قائم 500 جديد 200
حريق بترول أو فحم	قائم 4000 جديد 2500
صناعات غير حديدية	3000
صناعة حامض الكبريتيك ومصادر أخرى	150
ثالث أكسيد الكبريت بالإضافة إلى حامض	150

الفصل التاسع عشر

الكبريتيك	
صناعة حامض النيتريك	قائم 3000، جديد 400
حامض الهيدروكلوريك	100
حامض الهيدروفلوريك	15
رصاص	20
زئبق	15
زرنك	20
عناصر ثقيلة (مجموع كلى)	35
فلوريد السيليكون	10
فلور	20
صناعة أقطاب الجرافيت	50
كاديوم	10
كبريتيد الهيدروجين	10
كلور	20
حرق القمامة	50
حرق سائل عضوى	50 (0.04 من الخام) (تكرير البترول)
نحاس	20
نيكل	20
مصادر أخرى	300

المرفق (7):

الحدود المسموح بها لشدة الصوت ومدى التعرض الآمن له:

جدول (1) : شدة الصوت داخل أماكن العمل وداخل الأماكن المغلقة:
الحد المسموح به لمنسوب شدة الضوضاء داخل أماكن الأنشطة الإنتاجية.

نوع المكان والنشاط	الحد الأقصى لشدة الضوضاء المكافئة ديسيبل
1- أماكن العمل ذات الوردية حتى 8 ساعات بهدف الحد من مخاطر الضوضاء على حاسة السمع.	90
2- أماكن العمل التى تستدعى سماح إشارات صوتية وحسن سماع الكلام	80
3- حجرات العمل لمتابعة وقياس وضبط التشغيل وبمتطلبات عالية	65
4- حجرات العمل لوحداث الحاسب الآلى أو الآلات الكاتبة.	70
5- حجرات العمل للأنشطة التى تتطلب تركيز ذهني	60

القيمة المعطاة فيما بعد مبنية على أساس عدم التأثير على حاسة السمع.
يجب ألا تزيد شدة الضوضاء المكافئة عن 90 ديسيبل (أ) خلال ودية العمل اليومي 8 ساعات.

في حالة ارتفاع منسوب شدة الضوضاء المكافئة عند 90 ديسيبل (أ) يجب تقليل مدة التعرض طبقاً للجدول الآتي:

منسوب شدة الضوضاء ديسيبل (أ)	95	100	105	110	115
مدة التعرض (ساعة)	4	2	1	2/1	4/1

يجب ألا يتجاوز منسوب شدة الضوضاء اللحظي خلال فترة العمل 135 ديسيبل في حالة التعرض للضوضاء المتقطعة الصادرة من المطارق الثقيلة.
تتوقف على مدة التعرض (عدد الطرقات خلال الوردية اليومية) حسب شدة الضوضاء طبقاً للجدول التالي:

شدة الصوت ديسيبل	عدد الطرقات المسموح بها خلال فترة العمل اليومي
135	300
130	1000
125	3000
120	10000
115	30000

تعتبر الضوضاء الصادرة من المطارق الثقيلة متقطعة إذا كانت الفترة بين كل طرقة والتي تليها 1 ثانية أو أكثر. أما إذا كانت الفترة أقل من ذلك فإن الضوضاء تعتبر مستمرة عندئذ ينطبق عليها ما جاء في البنود الأربع السابقة.

جدول (2) الحد الأقصى المسموح به لشدة الضوضاء في المناطق المختلفة:

الحد المسموح به لشدة الصوت: ديسيبل (أ)			نوع المنطقة
ليلاً من إلى	مساءً من إلى	نهاراً من إلى	
55-45	60-50	56-55	المناطق التجارية والإدارية ووسط المدينة
50-40	55-45	60-50	المناطق السكنية وبها بعض الورش أو الأعمال التجارية أو على الطريق العام

45-35	50-40	55-45	المناطق السكنية فى المدينة
40-30	45-35	50-40	الضواحي السكنية مع وجود حركة ضعيفة
35-24	40-30	40-35	المناطق السكنية الريفية، مستشفيات وحدائق
60-50	65-55	70-60	المناطق الصناعية (صناعات ثقيلة)

نهاراً من 7 صباحاً حتى 6 مساءً

مساءً من 6 مساءً حتى 10 مساءً

ليلاً من 10 مساءً حتى 7 صباحاً

المرفق رقم (8):

الحدود القصوى للملوثات الهواء داخل أماكن العمل وفقاً لنوعية كل صناعة:

الحدود العتبية هى تركيزات المواد الكيميائية فى الهواء التى يمكن أن يتعرض لها العاملون يوماً بعد يوم دون حدوث أضرار صحية وتنقسم إلى ثلاثة أنواع:

(1) الحدود العتبية - المتوسط الزمنى

وهى المتوسط الزمنى ليوم عمل عادى (8 ساعات) والتى يمكن أن يتعرض لها العامل 5 أيام فى الأسبوع طوال فترة عمله دون حدوث أضرار صحية.

(2) الحدود العتبية - حدود التعرض لفترة قصيرة

وهى حدود التعرض لفترة زمنية مدتها 15 دقيقة ولا يجوز أن يتجاوز التعرض أو أن يتكرر أكثر من 4 مرات فى اليوم الواحد ويجب أن تكون الفترة بين كل تعرض قصير والذى يليه 60 دقيقة على الأقل.

(3) الحد السقفى ولا يجوز تجاوزه ولو للحظة واحدة وعندما يكون الامتصاص عن طرق الجلد عاملاً فى زيادة التعرض توضع إشارة "+" جلداً أمام الحد العتبى، وبالنسبة للأتربة الكلية التى تسبب المضايقة فقط وليست لها آثار صحية ملموسة فإن الحد العتبى هو 10 ملجرام /م³ بالنسبة للجسيمات القابلة لاستنشاق.

وبالنسبة للغازات الخانقة البسيطة التى ليست لها آثار فسيولوجية تذكر يكون العامل المؤثر هو تركيز الأكسجين فى الجو والذى لا يجوز أن يقل عن 18%.

الحدود العتبية					المادة
ملاحظات	حدود التعرض لمدة قصوه		المتوسط الزمني		
	ملجرام/م3	جزء في المليون	ملجرام/م3	جزء في المليون	
6	5	4	3	2	1
-	270	150	180	100	استيالد هايد
-	37	15	25	10	حامض الخليك
+ جلد			20	5	حامض الخليك للامائي
	2375	1000	1780	750	أسييتون
+ جلد	105	6	70	40	اسيتونيتريل
	20	1.5	15	1	بروميد رباعي الاستلين
				5	حامض الأستيل ساليسيليك
	0.8	0.3	0.25	0.1	أكرولين
+ جلد	0.6	.	0.3		أكريلاميد
			30	10	حامض الأكليريك
+ جلد				2	أكرينونيتريل
+ جلد	0.75		0.25		الدرين
+ جلد	10	4	5	2	الكحول الإيثيلي
		20		10	الألومينسيوم المعسنى والأكاسيد
				2	أملاح الألومينوم المذابة
				2	الألكيلات
	4	2	2	5.5	أمينوبيردين
	27	35	18	25	أمونيا
	20		10		كلوريد النشادر أذنة
	800	150	530	100	الأميل أسيتيت
+ جلد	20	5	10	2	الأنيلين
			0.5		الأنتيمون ومركبات كانتيمون
			0.2		الزرنخ ومركباته القابلة للذوبان كزرنخ
			0.2	0.05	غاز الزرنخ (As)
	10		5		أذخو الأسفلت البترولي
			5		أترازين

الفصل التاسع عشر

			0.5		الباريوم مركبات (كباريوم)
	75	25	30	10	الجازولين
			0.002		البريليوم
			1		رباعي بورات صوديوم لامائي
	20		10		أكسيد البورون
	3	3	10	1	ثلاثي بروميد اليورون
+ حد سقي			3	1	ثلاثي فلوريد البورون
	2	0.3	0.7	0.1	البروم
			5	0.5	البرومفورم
			1100	800	البيوتان
	450	150	300	100	كحول بيوتيلي
+ جلد			0.1		الكرومات (محسوبة كأكسيد الكروم Cr_2O_3)
		0.2		0.5	أتربة وأملاح الكاديوم محسوبة ككاديوم
				0.5	أدخنة الكاديوم
	20				كربونات الكالسيوم
			5		إيدروكسي الكالسيوم
			2		أكسيد الكالسيوم
			0.1		كربوفورين
	7		3.5		الكربون الأسود
	27000	15000	9000	5000	ثاني أكسيد الكربون
+ جلد			30	10	ثاني كبريتور الكربون
	440	400	55	50	أول أكسيد الكربون
	125	20	30	5	رابع كلوريد الكربون
	4	0.3	1.4	0.1	رابع بروميد الكربون
+ جلد	2		0.5		كلوردان
	2		0.5		الفينيل الكلور
	90	3	2	1	الكلور
	0.9	0.3	0.3	0.1	ثاني أكسيد الكلور
			3	1	كلورو أسيتالدهايد
		1		0.5	كلوروداي فينيل

				350	كلوروبنزين 75
	225	50	50	10	كلوروفورم
			45	10	كلورو بيكرين
			0.5		الكروم ومركباته (على أساس الكروم)
			0.5		مركبات الكروم السداسية (على أساس الكروم)
			0.2		منتجات قطران الفحم القابلة للتطاير والذوبان في البنزين
		.	0.1		الكوبالت وأتربته وأدخنه
	2		1		النحاس أتربة ورزاز (كنحاس)
	0.6		0.2		غبار القطن الخام
+ جلد		.	22	5	الكريزولات
+ جلد			5		أملاح الساتيد (كساتيد)
			20	10	السيانوجين
حد سقف			0.6	0.3	كلوريد السيانوجين
	1300	375	1050	300	سيكلوهكزين
	2580	900	1720	600	سيكلوبنتان
	3		1		د.د.ت
+ جلد	0.3		0.1		ديازينون
+ جلد	0.9	0.15	0.3	0.05	ديكابورين
			0.4	0.2	ثنائي آزوميثان
حد سقفى			0.4	0.1	ثنائي كلورو أستلين
حد سقفى			300	50	أورثو داي كلوروبنزين
	675	110	450	75	باراداي كلوروبنزين
	1000	250	709	200	1،2 داي كلورو إيثلين
+ جلد	60	10	30	5	داي كلورو إيثيل إيثر
+ جلد	0.75		0.25		داي الدرين
			15	3	داي إيثانول أمين
+ جلد	50	10	25	5	داي ميثيل أينلين
+ جلد	3	0.5	1	0.15	ثنائي نيتروبنزين
+ جلد	5		1.5		ثنائي نيتروتولوين
+ جلد	260	100	90	25	ديو كزين

ثنائي بروبلين جليكول (ميثيل إيثر)	100	600	150	900	+ جلد
أندرين		0.1		0.3	+ جلد
إبيكلورو هيدرين	2	10	5	20	+ جلد
إيثيل أسيتيت	400	1400			
إيثانول	1000	1900			
إيثانول أمين	3	8	6	15	
إيثيل بنزين	100	425	125	545	
إيثيل بيوتيل كيتون	50	230	75	345	
إيثيل كلورايد	1000	2600	1250	3250	
إيثيل داي أمين	10	25			
أكسيد الإيثيلين	10	20			
إيثيلين داي كلوريد	10	40	15	60	
إيثيلين جليكول-جسيمات		10		20	
بخار	50	125			حد سقي
إيثيل مركبتين	0.5	1	2	3	
أتربه الفانديوم الحديدى		1		0.3	
أتربة الألياف الزجاجية		10			
الفلوريات (كفلور)		2.5			
الفلور		2	2	4	حد سقي
الفورمالدهايد	2	3			حد سقي
حامض الفورميك	5	9			
الهناكلور		0.5		2	+ جلد
هكسا كلورو نفتالين		0.2		0.6	+ جلد
ن- هكزان	50	180			
أيزوميرات الهكزان	500	1800	1000	3600	
بروميد الهيدروجين	3	10			
سيانيد الهيدروجين	10	10			حد سقي
فلوريد الهيدروجين	3	2.5	6	5	
كبريتيد الهيدروجين	10	14	15	21	
اليود	0.1	1			حد سقي
أدخنة أكسيد الحديد	3	5		10	
أيزوبريل الكحول	400	980	500	1225	

	225	75	150	50	أيزو بيوتيل الكحول
	0.45		0.15		أتربة وأدخنة الرصاص الغير عضوية (كرصاص)
	0.45		0.15		زرنخات الرصاص
			0.5		كرومات الرصاص
+ جلد	0.5		0.5		اللندين
	2250	1520	1800	1000	غازات بترولية سائلة
			10		أدخنة أكسيد المغنسيوم
+ جلد			10		الملايئون
حد سقى			5		أتربة ومركبات المنجنيز (كمنجنيز)
	3		1		أدخنة المنجنيز
			1		رابع أكسيد المنجنيز
+ جلد					الزئبق (كزئبق)
	0.03		0.01		مركبات الألكيل
			0.05		أبخرة المركبات عدا الألكيل
			0.1		مركبات الأريل والمركبات غير العضوية
			10		ميثوكسى كلور
+ جلد	310	250	260	200	الكحول الميثيلي
	60	15	20	5	بروميد الميثيل
			20	5	ميثيلين بيوتيل كيتون
	205	100	105	50	ميثيل كلورايد
	2450	450	1900	350	ميثيل كلورو فورم
حد سقى			0.2	0.02	أيزوسيانييت
	1700	500	360	100	كلوريد الميثيلين
	885	300	590	200	ميثيل إيثيل كيتون
+ جلد			0.35	02	ميثيل هيدرازين
+ جلد			0.05	0.02	ميثيل أيزو سيانييت
			1	0.5	ميثيل مركبتان
	75	15	50	10	نفتالين
			0.35	0.05	كربونيكال النيكل (كنيكال)
			1		النيكل (المعدنى)
	0.3		0.1		مركبات النيكل المذابة

الفصل التاسع عشر

					(كنيكل)
			0.2		أملاح السيليونيوم (كسيليونيوم)
			0.2	0.05	هكزا فلوريد السيلينيوم
	20				السيليكون
	20				كربيد السيليكون
		0.1			معدن الفضة
			0.01		أملاح الفضة المذابة (كفضة)
حد سقي			0.3	0.1	أزيد الصوديوم
			5		باي سلفيت الصوديوم
+ جلد	0.15		0.5		فلورو أستيات الصوديوم
حد سقي			2		ميثا باي سلفيت الصوديوم
	1.5	0.3	0.5	0.1	استين
					الأنزيمات المحللة للبروتين
حد سقي			0.00006		(أنزيم نقي مبلور)
	10	5	5	2	ثاني أكسيد الكبريت
			1		حامض الكبريتيك
	7500	1250	6000	1000	سداسي فلوريد الكبريت
	18	3	6	1	أحادي كلوريد الكبريت
	0.75	0.075	0.25	0.025	خماسي فلوريد الكبريت
+ جلد	70	10	35	5	رابع كلورو إيثان
+ جلد		0.3		0.1	رابع إيثيل الرصاص (كرصاص)
+ جلد	3		1.5		التتريل
+ جلد			0.1		أملاح الثاليوم المذابة (كثاليوم)
	4		2		القصدير ومركباته الغير عضوية
					رابع أكسيد القصدير (كقصدير)
+ جلد	0.2		0.1		مركبات القصدير العضوية
	20				ثاني أكسيد التيتانيوم
+ جلد	560	150	375	100	التولوين
حد سقي			0.14	0.02	ثنائي أيزو سيانيت التولوين

الملاحق

حد سقفي			0.14	0.02	أورثوتولويدين
			5	1	ثلاثي كلورو حامض الأسيتيك
			40	5	ثلاثي كلوروبنزين (1، 2، 4)
	808	150	270	50	ثلاثي كلورو إيثلين
	10		5		ثلاثي كلورو نفتالين
+ جلد	3		0.5		2، 4، 6 ثلاثي نيتروتلوين
	170	35	125	25	ثلاثي ميثيل بنزين
	0.3		0.1		ثلاثي أورثو كريسيل فوسفات
	0.6		0.2		اليورانسيوم الطبيعي ومركباته المذابة والغير مذابة (كيورانيوم)
			0.5		أتربة وأدخنة الفناديوم المستنشقة (كخماسي أكسيد الفناديوم)
			10	5	كلوريد الفينيل
			5		أدخنة اللحام
			1		أتربة الأخشاب الصلبة
	10		5		أتربة الأخشاب اللينة
+ جلد	655	150	435	100	زيلين
	10		5		أدخنة كلوريد الزنك
	10		5		مركبات الزركونيوم (كزركونيوم)

الحدود العينية للتعرض للأتربة المعدنية :

1- السيليكا - ثاني أكسيد السيليكون:

أ- المبلورة:

الكوارتز : الحد العتبي مليون من الجسيمات في القدم المكعب.

300	-
النسبة المئوية لتركيز الكوارتز في الأتربة + 10	

الحد العتبي للأتربة القابلة للاستنشاق (أقل من 5 ميكرون) (ملجرام/م³)

10 ملجرام /م ³	-
النسبة المئوية لتركيز الكوارتز في الأتربة	

الحد العتبي للأتربة الكلية (ملجرام/م³)

30 ملجرام /م ³	-
النسبة المئوية لتركيز الكوارتز في الأتربة + 3	

الكريستوباليت والتريديميت : تستعمل نفس القيمة المحسوبة للرصاص.

ب- السيليكا غير المبلورة:

الحد العتبي: 20 مليون من الجسيمات في القدم المكعب

2- الأسبستوس:

أتربة الأسبستوس التي يزيد طول أليافها عن 5 ميكرون:

الأموسيت: 0.5 من الألياف لكل سم³ من الهواء.

الكروسيډوليت: 0.2 من الألياف لكل سم³ من الهواء.

الأنواع الأخرى من الألياف: 2 من الألياف لكل سم³ من الهواء.

3- التلك:

النوع الليفى: 2 من الألياف لكل سم³ من الهواء.

النوع غير الليفى: 20 مليون من الجسيمات للقدم المكعب من الهواء.

4- الميكا : 20 مليون من الجسيمات للقدم المكعب من الهواء.

5- الجرافيت الطبيعى: 15 مليون من الجسيمات للقدم المكعب من الهواء.

ملحوظة :

مليون من الجسيمات في القدم المكعب $\times 35.5 =$ مليون من الجسيمات في المتر

المكعب = جسيم في سم³

الحدود العتبية للأتربة التي تسبب المضايقة فقط:

أقل من 1% كوارتز:

الحد العتبي للأتربة الكلية = 30 مليون من الجسيمات في القدم المكعب

= 10 ملجرام في المتر المكعب

الحد العتبي للأتربة القابلة للاستنشاق = 5 ملجرام في المتر المكعب.

إذا زادت نسبة الكوارتز عن 1% يستعمل الحد العتبي للكوارتز

أمثلة: من الأتربة التي تسبب المضايقة فقط :

الألومينا، كربونات الكالسيوم، الرخام، الحجر الجيري، سيليكات الكالسيوم،
الأسمنت اليورتلاندى، الجرافيت الصناعى، الجبس (كبريتات الكالسيوم)، كبريتات
المغنسيوم، الكاولين، ألياف الصوف المعدنى، ألياف السيليلوز، رزاز الزيوت النباتية،
ما عدا المهيجه.

الحد العتبي لغبار القطن (الخام)

الحد العتبي - متوسط زمنى = 0.2 ملجرام/م3

الحد العتبي - للتعرض القصير = 0.6 ملجرام/م3

الحدود العتبية للمواد المسرطنة والتي يشتبه فى أنها مسرطنة:

المادة	الحد العتبي	ملاحظات
أكرينونيتريل	2 جزء فى المليون	+ جلد
الأسبستس	أنظر الأتربة المعدنية	
كلورو ميثيل إيثر	0.001 جزء فى المليون	
الكرومات (تنقية خام الكرومايت)	0.05 ملجرام/م3 (ككلورم)	
الكروم سداسى التكافؤ - بعض المركبات الغير مذابة	0.05 ملجرام/م3 (ككروم)	
المواد القابلة للتطاير فى قطران الفحم	0.2 ملجرام/م3 كموا قابلة للذوبان فى البنزين	
أتربة وأدخنة النيكل		
تحميص كبريتيد النيكل	0.1 ملجرام/م3 (كنيكل)	
كلوريد الفينيل	5 جزء فى المليون	
بنزين	10 جزء فى المليون	
البريليوم	2 ميكروجرام/م3	
رابع كلوريد الكربون	5 جزء فى المليون	
الكلوروفورم	10 جزء فى المليون	
الهيدرازين	0.1 جزء فى المليون	+ جلد

فينيل هيدرازين	5 جزء في المليون	+ جلد
1.1 ثنائي ميثيل هيدرازين	0.5 جزء في المليون	+ جلد
ميثيل هيدرازين	0.2 جزء في المليون	+ جلد
أكسيد الإيثيلين	1 جزء في المليون	
الفورمالدهايد	1 جزء في المليون	حد سقي
يوريد الميثيل	2 جزء في المليون	حد سقي
نيتروبروبان	10 جزء في المليون	
بروبيلين أمين	2 جزء في المليون	+ جلد
أورثوتولويدين	2 جزء في المليون	+ جلد
بروميد الفينيل	5 جزء في المليون	

مواد مسرطنة وليس لها حدود عتبية معروفة ولا يسمح بلامستها أو التعرض لها
بأى طريقة :

4- أمينو ثنائي الفينول (بارازينل أمين)

بنزيدين

كلورو ميثيل إيثر

بيتا نافثيل أمين

5- نيترو ثنائي الفينول

مواد أو عمليات صناعية يشتبه في أنها مسرطنة:

4- أمينو ثنائي الفينول

بنزيدين

كلورو ميثيل إيثر

بيتا نفتيل أمين

5- نيترو ثنائي الفينول.

مواد أو عمليات صناعية يشتبه في أنها مسرطنة:

إنتاج ثالث أكسيد الأنثيمون.

إنتاج ثالث أكسيد الزرنيخ.

إنتاج أكسيد الكاديوم

أميترو

3، 3- ثنائي كلورو بنزدين

ثنائي ميثيل كرباميل كلوريد

ثنائي بروميد الإيثيلين

هكزا ميثيل فوسفور أميد

ن- نيتروزو ثنائي ميثيل أمين

ن- فينيل بيتا نفتيل أمين

التهوية في أماكن العمل :

التهوية داخل أماكن العمل تكون بهدف الاحتفاظ بتركيز الملوثات تحت الحدود القصوى المسموح بها، ويكون توفير التهوية الكافية داخل أماكن العمل بإحدى طريقتين هما:

التهوية العامة أو التهوية الموضعية.

1- التهوية العامة :

وهي طريقة ملائمة لمعالجة أبخرة المذيبات ذات السمية المنخفضة. وهي لا تلائم المواد ذات السمية العالية ولا تلك الملوثات التي تتبعث بطريقة غير منظمة أو بكميات كبيرة وهي بصفة عامة غير ملائمة للتعامل مع الأتربة والأدخنة. ويراعى حساب نظام التهوية العامة بعد معرفة كمية المادة المتبخرة ويتم حساب كمية الهواء المطلوب تحريكه، بحيث تكفى لإحداث تغيير لهواء المكان، بما يكفى بالتركيز للمادة الملوثة تحت الحدود القصوى المسموح بها. كما يجب أن تراعى النواحي الفنية والهندسية في إنشاء نظام التهوية مع الاستعانة بمهندس متخصص.

2- التهوية الموضعية :

وهي أكثر فاعلية في التحكم في أنواع الملوثات المختلفة وهي تتكون من غطاء ومجموعة من الأنابيب وجهاز لتنقية الهواء، مثل التخلّص منه إلى الخارج ومروحة لتحريك الهواء. ويشرف على ذلك مهندس متخصص.

الحد الأقصى والأدنى لكل من درجتي الحرارة والرطوبة ومدة التعرض لهما ووسائل الوقاية منهما:

1- خلال ساعتى العمل فى اليوم الواحد بالكامل يجب أن لا يتعرض العامل لظروف وطأة حرارية مرتفعة، طبقاً لما هو موضح بالجدول والمقاسة بالترمو متر الأسود المبلى.

نوعية العمل	سرعة هواء منخفضة	سرعة هواء مرتفعة
عمل خفيف	30 متر	32.2 م
عمل متوسط	27.8 م	30.5 م
عمل شاق	26.1 م	28.9 م

2- لا يسمح بتشغيل عامل بدون رقابة وقائية عند التعرض لمستويات وطأة حرارية مرتفعة.

3- إذا تعرض أى عامل لظروف عمل لمدة ساعة مستمرة أو منقطعة خلال ساعتى عمل عند وطأة حرارية تزيد عن 26.1 م للرجال، 24.5 م للنساء. عندئذ يجب الرجوع إلى أى واحد أو أكثر من الطرق الآتية لضمان عدم ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للعامل عن 38⁵ م.

أ- أقلمه العامل على درجة الحرارة لمدة ستة أيام، بحيث يتعرض العامل إلى 50% من مدة التعرض اليومية فى اليوم الأول من العمل ثم تزداد مدة التعرض بنسبة 10% يومياً ليصل إلى 100% فى اليوم السادس.

ب- العامل الذى يتغيب لمدة 9 أيام أو أكثر بعد أقلمته على الحرارة أو يمرض لمدة 4 أيام متتالية يلزم أن تعاد أقلمته على فترة 4 أيام بحيث يتعرض إلى الحمل الحرارى لمدة تكون 50% من إجمالى مدة التعرض اليومية ثم تزداد بنسبة 20% يومياً ليصل إلى 100% من التعرض فى اليوم الرابع.

4- تنظيم أوقات العمل والراحة ليقل الحمل الفسيولوجى على العامل وليحصل على الراحة الكافية بين أوقات العمل.

5- توزيع إجمالى فترة العمل بالتساوى فى اليوم الواحد.

6- جدولة الأعمال الحارة فى أثقل فترات اليوم حرارة .

7- فترات راحة قصيرة على الأقل مرة واحدة كل ساعة للتزود بالماء والأملاح، بحيث يتم توفير 2 لتر من مياه الشرب على الأقل مذاًباً بها 0.1 أملاح (ملح

الطعام) للعامل الواحد (مع إعطاء أقراص ملح). يلزم وجود المياه قريباً من العامل وعلى مسافة لا تزيد عن 60 متر.

8- توفير واستخدام الملابس والأجهزة الوقائية المناسبة.

9- أخذ جميع الاحتياطات والتصميمات الهندسية والتحكم الذى يعمل على خفض درجة حرارة الجو.

طبيباً:

فحص جميع العاملين تحت حمل حرارى للتأكد من قدرتهم على تحمل الجو مع ملاحظة فحص الجهاز الدورى والتنفسى والبولى والكبدى والغدد الصماء والجلد بدقة وكذلك التاريخ الطبى خصوصاً ما له علاقة بالأمراض المرتبطة بالحرارة.

الفحص الدولى كل عامين للمتعرضين لدرجة حرارة عالية من منهم فى سن 46 وكل عام للعاملين الأكبر سناً.

وجود شخص مدرب لملاحظة ومواجهة الحالات والأمراض الناتجة عن الحرارة أثناء العمل على وجود الاستعدادات الأولية اللازمة.

التدريب:

يلزم تعريف العمالة المعرضة لدرجات الحرارة العالية بالآتى:

- أهمية شرب الماء أثناء العمل.
- أهمية التزود بالأملاح (ملح الطعام).
- أهمية وزن الجسم يومياً قبل العمل وبعد الانتهاء منه.
- معرفة أعراض أهم الأمراض المرتبطة بالتعرض للحرارة مثل الجفاف، الإغماء، الإرهاق والتقلصات الناتجة عن الحرارة.
- معرفة خطورة أية مواد سامة أو حمل طبيعى آخر يتعرض له العامل.
- معرفة أهمية التأقلم الحرارى (مع تسجيل المعلومات الخاصة بكل عامل فى ملف خاص يسهل على العامل الحصول عليه).

المراقبة:

1- وضع ترمومتر مبلل (الترمومتر الزئبقى العادى مع تغطية خزان الزئبق بقطعة شاش مبلله) فى أماكن العمل الحارة.

2- استخدام الترمومتر الأسود - ترمومتر جلوب (ترمومتر زئبقى مع وضع خزان الزئبق فى غلاف معدنى أسود) إلى جانب الترمومتر المبلل.

3- الانتظار لمدة نصف ساعة ثم الحصول على قراءات كل ترمومتر.

4- تحديد درجة الحرارة المبللة السوداء من المعادلة.

درجة حرارة الترمومتر المبلل الأسود =

$0.7 \times \text{قراءة الترمومتر المبلل} + 0.3 \times \text{ترمومتر جلوب}$.

كما يمكن استخدام الجدول الآتى للعمل، بشرط أن يطبق عن كل ساعة عمل واحدة على حده وتوافر الاشتراطات السابق ذكرها.

المستويات المأمونة لدرجات الوطأة الحرارية فى بيئة العمل

لكل ساعة عمل واحدة على حدة

نظام العمل والراحة كل ساعة	عمل خفيف	عمل متوسط	عمل شاق
عمل مستمر	30°م	27°م	25°م
75% عمل، 25% راحة	30.5°م	25°م	26°م
50% عمل، 50% راحة	31.5°م	29.5°م	28°م
25% عمل، 75% راحة	32°م	31°م	30°م

فى حالة العمل فى ظروف الحرارة المنخفضة:

فى حالة ضرورة العمل فى درجة حرارة منخفضة فإنه يلزم اتخاذ إجراءات السلامة المهنية المناسبة، من حيث ارتداء جهاز تنفس يسمح بتدفئة الهواء المستنشق وكذلك ارتداء الملابس العازلة والواقية والتي تحافظ على درجة الحرارة الداخلية للعامل.

المرفق رقم (10):

المواد الملوثة غير القابلة للتحلل والتي يحظر على المنشآت الصناعية تصريفها

فى البيئة البحرية:

المواد غير القابلة للتحلل هى المواد التى توجد فى البيئة لمدة طويلة معتمدة أساساً على الكميات التى يتم صرفها فى البيئة البحرية: حيث أن بعض منها يتحلل بعد فترات طويلة تصل إلى عدة شهور أو عدة سنوات.

أمثلة للمواد الغير عضوية: الزئبق ومركباته، الرصاص ومركباته، الكاديوم ومركباته، الكوبالت، الفاناديوم، النيكل، السيليونيوم، الزنك ومركباته.

أمثلة للمواد العضوية:

المبيدات العضوية الفوسفورية.

الملاثيون.

المبيدات العضوية الكلورية.

الألدرين، الداى الدرين.

الـ د.د.ت

الكلوريدين، أندرين

Polychlorinated biphenyls (PCBs)

أراكور ، تراكلورو باى فينيل

تراى كلورو باى فينيل

هذه المواد غير قابلة للتحلل تماماً وتعتبر شديدة السمية فى تركيزاتها الضئيلة جداً.

Polynuclear Aromatic Hydro carbons

Benzo (A) Pyrene

Naphthalene.

المراجع

References

1. Ray. B. T. Enrirommental Engineering PWS Publishing company
2. Publications of the Environmental Protection Agency.
3. Holland, H.B. (1987) the Chemistry of the Atmosphere, Wiley. Newyork.
4. Odum, E.P. (1997) Fundamentals of Ecology third Edition- Saunders, Philadelphia.
5. Selected Indian Publications About Environmental Engineering And Environmental Sanitation.
6. Publications of the American Water works Association.

المراجع العربية:

1. ملاحق اللائحة التنفيذية لقانون البيئة رقم 94/4.
2. خصائص عمليات لتنقية المياه واستعمالاتها. المؤلف. الناشر المكتبة الأكاديمية (سلسلة كراسات) عام 2005.

5	المقدمة
	الفصل الأول:
9	التصحيح البيئي
	الفصل الثاني:
25	مقاومة الحشرات والقوارض
	الفصل الثالث:
33	تلوث الهواء
	الفصل الرابع:
39	مصادر تلوث الهواء وتأثيراتها
	الفصل الخامس:
51	استراتيجية الحد من تلوث الهواء وتقنياتها
	الفصل السادس:
63	إزالة الجسيمات وانبعاثات الغاز
	الفصل السابع:
77	ضبط تلوث الهواء بالتخفيف
	الفصل الثامن:
83	أخذ العينات عند المصدر
	الفصل التاسع:
87	المرسبات الكهروستاتيكية
	الفصل العاشر:
95	الملوثات الغازية وإزالة الرائحة

105 نظام التهوية الصناعى

الفصل الثانى عشر:

115 إزالة الغاز السام

الفصل الثالث عشر:

125 خصائص عمليات تنقية المياه واستعمالاتها

الفصل الرابع عشر:

131 المياه الجوفية والآبار

الفصل الخامس عشر:

147 تلوث المياه وأخطاره البيئية

الفصل السادس عشر:

157 تلوث البحيرات

الفصل السابع عشر:

165 خفض حدة الصوت

الفصل الثامن عشر:

173 دراسات الأثر البيئى وفحص التدقيق

الفصل التاسع عشر:

183 الملاحق

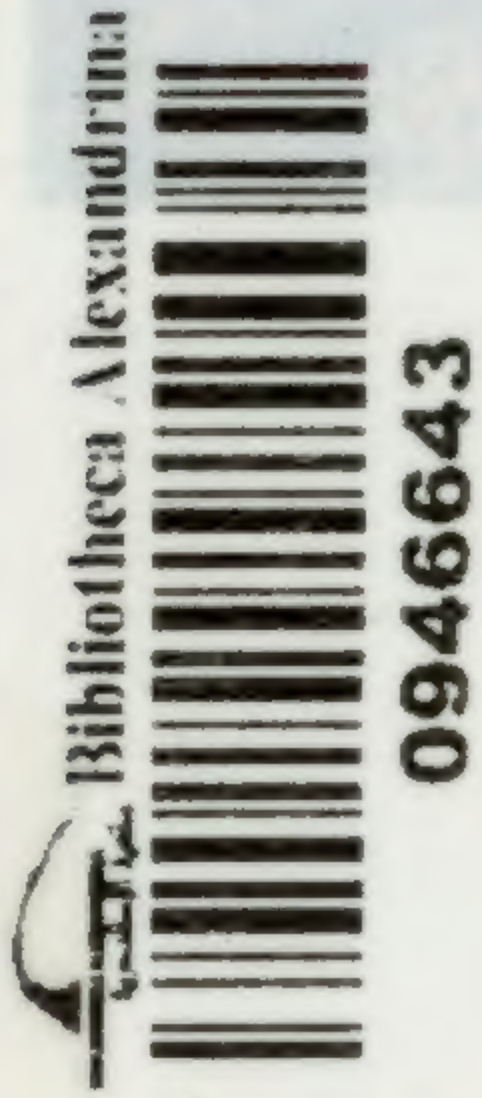
221 المراجع



فى هذا الكتاب تم تناول العديد من التطبيقات الهندسية
لشئون البيئة وذلك بهدف المحافظة على البيئة وحمايتها
من الملوثات والذي ينعكس على صحة الإنسان وسلامته ،
وقد تم تناول تلك التطبيقات فى ثمانية عشر فصلا تم
التركيز فيها على ملوثات الهواء بالإضافة إلى ملوثات الماء
وكذلك التلوث السمعى ومقاومة الحشرات والقوارض.

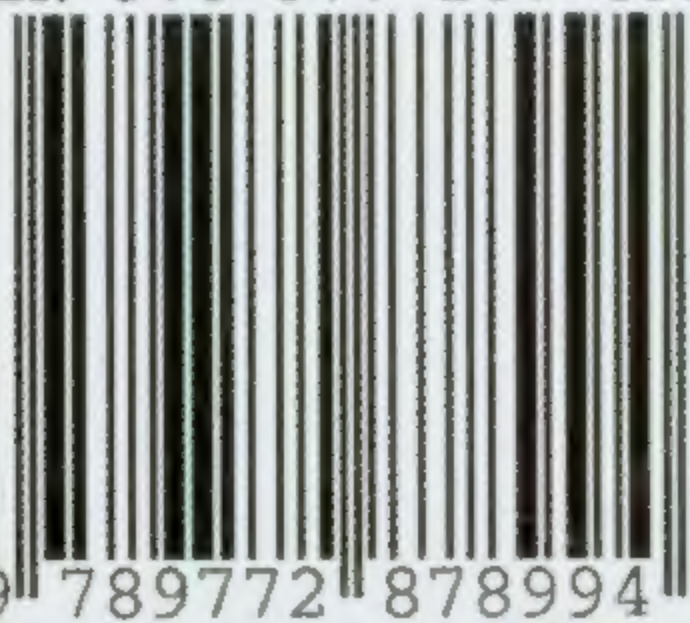


وقد شمل هذا الكتاب أيضا عرض لمسببات التلوث
وتأثيراته وطرق مقاومة تلك الملوثات والحد منها ،
والهدف منها هو توفير المادة العلمية للعاملين والمهتمين
بشئون البيئة وكذلك القائمين على تقييم الأثر البيئى
والحد من التلوث فى المنزل أو المصنع.



جمال خليفه

ISBN 978-977-287-899-4



9 789772 878994

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

٥٠ شارع الشيخ ربحان - عابدين - القاهرة

٢٧٩٥٤٢٢٩ ☎

www.sbhegypt.org

e-mail:sbh@link.net